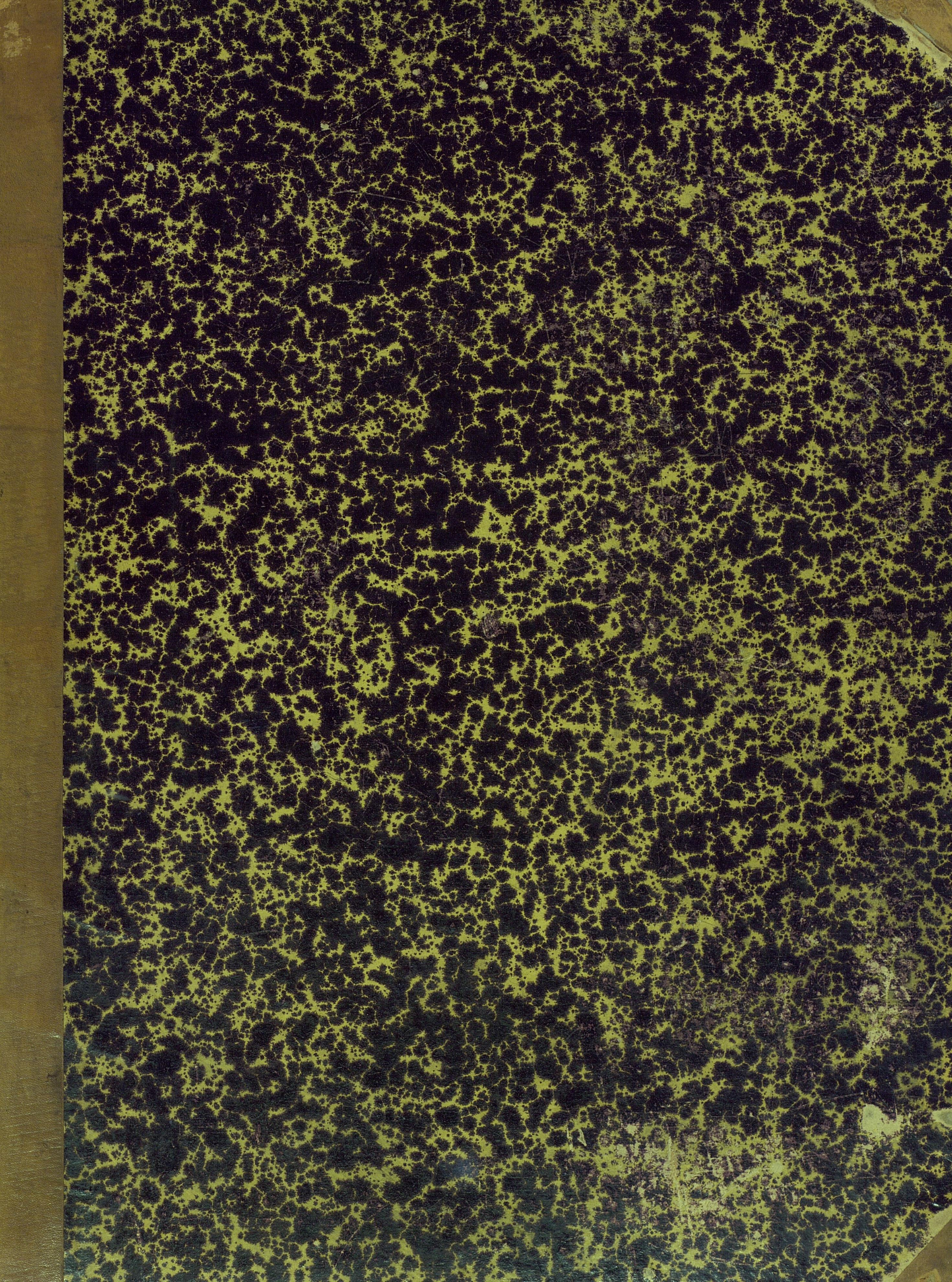
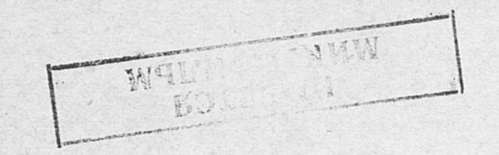
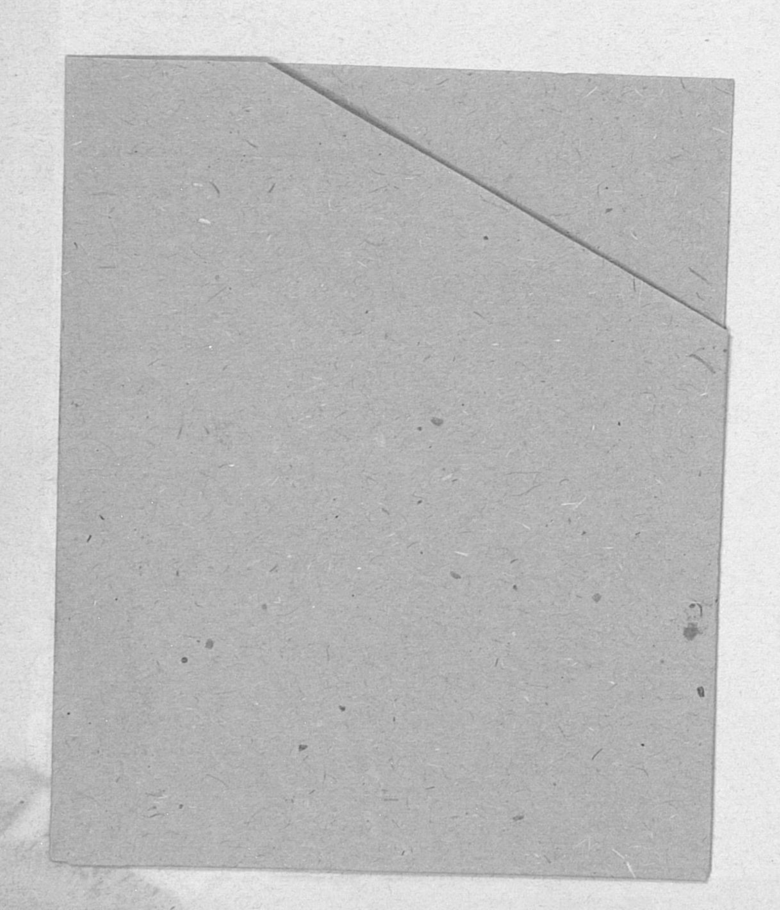
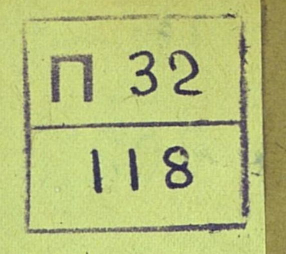








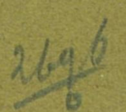
1888 годъ (XVII).

ЗОДЧІЙ,

ЖУРНАЛЪ АРХИТЕКТУРНЫЙ и ХУДОЖЕСТВ.-ТЕХНИЧЕСКІЙ,

ОРГАНЪ

С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО ОБЩЕСТВА АРХИТЕКТОРОВЪ.

№№ 1 и 2.  Январь и Февраль 1888 г.

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:

Въ С.-Петербургѣ, безъ доставки . . 12 р.
„ „ съ доставкою и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи. 14 „
Заграницу, въ государства международнаго почтоваго союза. . . 17 „
Для студентовъ, при подпискѣ чрезъ казнач. учеб. завед., безъ дост. 9 „
съ доставкою . . . . . . 10 „
Для гг. служащихъ и студентовъ допускается разсрочка по третямъ года, чрезъ казначеевъ.

КОНТОРА РЕДАКЦІИ
ОТКРЫТА
ежедневно, кромѣ воскресныхъ и табельныхъ дней, отъ 10 ч. утра до 4 пополудни.

Редакція отвѣтствуетъ за исправную доставку журнала только лицамъ, подписавшимся непосредственно въ конторѣ ея — С.-Петербургъ, 5 рота Измайловскаго полка, д. № 12, кв. № 4.

ОБЪЯВЛЕНІЯ
принимаются для печатанія только въ конторѣ редакціи. Иногороднымъ, по требованію, высылается указатель платы за объявленія, по которому они могутъ заказывать печатаніе непосредственно въ конторѣ редакціи.

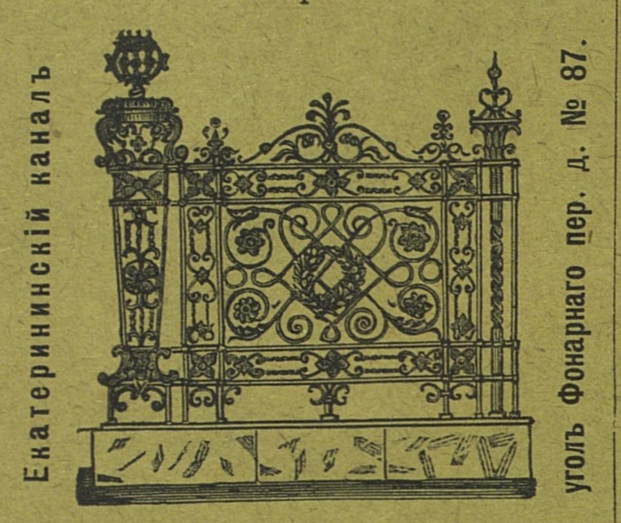
СОДЕРЖАНІЕ:

ТЕКСТЪ:

ЧЕРТЕЖИ:

Журналъ «Зодчій» за истекшіе годы, за исключеніемъ 1879 и 1881 гг., можно пріобрѣсти въ Правленіи С.-Петербургскаго Общества Архитекторовъ въ зданіи Императорской Академіи Художествъ по слѣдующимъ цѣнамъ: 1) за каждый годъ отдѣльно по 15 руб. и за пересылку по 1 руб.; 2) за комплектъ 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 82, 83, и 84 гг. (Сборникъ конкурсныхъ проектовъ храма на мѣстѣ покушенія на жизнь Императора Александра II), 85 и 86 гг. т е. 13 томовъ, по 12 р. за каждый, — 156 рублей и за пересылку 13 руб.; 3) ученикамъ техническихъ учебныхъ заведеній — по 12 рублей за годъ и по 1 руб. за пересылку, а за весь комплектъ, 13 томовъ, — 130 р. и за пересылку 13 рублей. Отдѣльно „Статистическій указатель статей и рисунковъ журнала съ 1872 по 1881 гг.“ по 1 руб. за экземпляръ и 20 коп. за пересылку.

Разсрочка допускается по соглашенію.



ГОДЪ XVII.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ
въ конторѣ редакціи:
С.-Петербургъ, Измайловскій полкъ, 5-я рота, д. № 12, кв. 4.



ЗОДЧІЙ

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:
въ С.-Петербургѣ, безъ дост. 12 р.
съ доставкою въ Спб. и съ пересылк. въ проч. гор. России 14 „
съ пересылкой за границу . . 17 „

№№ 1 и 2. ЯНВАРЬ и ФЕВРАЛЬ. 1888 г.

Топка печей дровами

и конструкція приспособленнаго для этого топливника на основаніи наблюденій товарищества по устройству отопленія и вентиляціи зданій.

Въ настоящее время становится, въ извѣстной мѣрѣ, замѣтнымъ увлеченіе къ замѣнѣ дерева минеральнымъ топливомъ; увлеченіе это доходитъ до того, что встрѣчаются даже предложенія примѣненія, для названной цѣли, торфа, принадлежащаго, по своимъ особенностямъ, къ самымъ нисшимъ сортамъ топлива.

Поэтому можетъ показаться страннымъ, что товарищество, которое задалось цѣлью постановки вопроса объ отопленіи и вентиляціи зданій на болѣе правильныхъ началахъ, изслѣдуетъ топку дровами, способъ пользованія которыми давно извѣстенъ и, повидимому, лишенъ всякаго интереса; но противорѣчье здѣсь только кажущееся; и дѣйствительно: дерево, какъ извѣстно, обладаетъ столь цѣнными качествами въ примѣненіи къ домашнему обиходу, что оно, въ этомъ отношеніи, занимаетъ первое мѣсто въ группѣ твердаго топлива и одни только экономическія соображенія могутъ заставить замѣнить его другимъ горючимъ матеріаломъ; но, для этого, нужна сравнительно весьма большая экономическая выгода, такъ какъ, даже въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ отопленіе каменнымъ углемъ стоитъ вдвое дешевле чѣмъ дровами, все таки часто, для домашняго обихода, предпочитаютъ послѣднія; поэтому пока, въ сѣверной полосѣ Россіи, примѣненіе минеральнаго топлива, для комнатныхъ печей, можетъ ограничиться лишь исключительными случаями, экономическое вліяніе которыхъ сдва-ли можетъ быть замѣтнымъ *). Топливомъ-же по преимуществу, здѣсь, должно считать дерево, представляющее, тѣмъ самымъ, интересный объектъ изслѣдованія.

Мало того, товарищество, будучи убѣждено, что современемъ, дерево будетъ замѣнено, по экономическимъ соображеніямъ, инымъ топливомъ, тѣмъ не менѣе не можетъ желать перемѣны къ худшему, т. е. скорѣйшему, всеобщему переходу, для топки комнатныхъ печей, къ каменному углю; пока при настоящемъ состояніи техники, одинъ только газъ, если не считать его высокой цѣнности, обладаетъ, въ разсматриваемомъ отношеніи, болѣе высокими качествами чѣмъ дерево.

Далѣе, хотя дрова, по весьма естественнымъ причинамъ, представляютъ старѣйшее топливо, но нельзя сказать, чтобы продолжительный опытъ выработалъ достаточно-совершенный способъ пользованія этимъ матеріаломъ; по тѣмъ изслѣдованіямъ, которыя были произведены товариществомъ, выяснилось, что, при общепринятомъ способѣ топки, получается обыкновенно полезное дѣйствіе не болѣе 40%; поэтому, и съ данной стороны, вопросъ о топкѣ дровами представляетъ несомнѣнный интересъ и долженъ быть разрабатываемъ.

Что-же касается до устройства топливниковъ, приспособленныхъ для дерева, то и здѣсь поле оставалось, въ значительной мѣрѣ, достойнымъ разработки; многочисленные опыты, производившіеся надъ приборами постояннаго дѣйствія, привели къ надлежащему ихъ усовершенствованію; но названными опытами можно было только отчасти пользоваться въ примѣненіи къ періодической топкѣ; поэтому, въ послѣднемъ случаѣ, недоставало, для руководства, опредѣленныхъ данныхъ; хотя, какъ это будетъ указано ниже, имѣлись нѣкоторыя, вполнѣ оправдавшіяся указанія, но слишкомъ общія и, къ сожалѣнію, не сопровождавшіяся цифрами.

Въ доказательство сказаннаго, достаточно привести тотъ фактъ, что еще въ настоящее время пользуются довѣріемъ заявленія объ универсальныхъ топливникахъ, приспособленныхъ для всѣхъ сортовъ твердаго топлива и основанныхъ только на томъ, что, въ нихъ можетъ горѣть всякое топливо; еще и теперь, хотя рѣдко, встрѣчаются лица, упорно отстаивающія топливники съ глухимъ подомъ; наконецъ характеристиченъ и тотъ фактъ, что, за неимѣніемъ достаточно-совершеннаго топливника для дерева, нѣкоторые совѣтуютъ закрывать трубу еще при раскаленныхъ угляхъ, для избѣжанія-же угара оставлять въ задвижкѣ небольшія отверстія.

Товарищество считаетъ излишнимъ доказывать неосновательность приведенныхъ мнѣній, полагая, что ниже-перечисленные результаты наблюденій сами собою выяснятъ это и укажутъ на болѣе раціональныя мѣры, которыя должны быть приняты для болѣе совершеннаго пользованія деревомъ и, слѣдовательно, для большаго сбереженія этого, драгоцѣннаго по своимъ качествамъ, топлива; пока достаточно перечислить главныя условія, которымъ долженъ удовлетворять раціонально-устроенный топливникъ и которыя состоятъ въ слѣдующемъ: 1) горѣніе должно быть достаточно полное, 2) топливо должно сгорать все до закрытія дымовой трубы; послѣднее должно быть производимо только тогда, когда, въ топливникѣ, останется одна лишь зола; 3) низшій предѣлъ полезнаго дѣйствія печи не долженъ быть менѣе 60%; 4) уходъ за топкою долженъ быть проще обще-принятаго, преимущественно-же не должно требоваться ни постояннаго регулированія притока воздуха, ни перемѣшиванія.

Переходя, далѣе, къ наблюденіямъ, производимымъ товариществомъ, замѣтимъ, что подробное описаніе выработан-

*) Товарищество имѣетъ въ виду, здѣсь, преимущественно частныя, жилыя квартиры.

наго и принятаго имъ метода, будетъ сообщено отдѣльно; здѣсь-же ограничимся указаніемъ, что наблюденія производятся надъ нагрѣвательнымъ приборомъ во время его топки, при чемъ въ результатѣ получается: a) количество сгорѣвшаго топлива; b) степень полноты горѣнія; c) потребный, для полнаго горѣнія, объемъ воздуха; d) притекавшій въ въ дѣйствительности, во время топки, объемъ воздуха; e) количество теплоты, теряемое безполезно вслѣдствіе неполноты горѣнія; f) количество тепла, извлекаемое наружу вмѣстѣ съ продуктами горѣнія; g) количество тепла, доставляемое нагрѣвательнымъ приборомъ, и h) содержаніе воды въ топливѣ.

Очевидно, что данныя эти, будучи выражены всѣ въ цифрахъ, добытыхъ непосредственнымъ опытомъ, имѣютъ весьма важное значеніе для всесторонняго изслѣдованія нагрѣвательнаго прибора и доставляютъ возможность постепеннаго совершенствованія его, провѣряя, каждый разъ, произведенное измѣненіе конструкціи, помощью того-же метода.

Уже при первыхъ наблюденіяхъ, произведенныхъ товариществомъ, рѣзко выяснились слѣдующія, подтвердившіяся позднѣйшими опытами, явленія.

1. При обыкновенно-принятомъ способѣ топки, съ открытыми топочными дверцами, горѣніе дровъ, до обугливанія ихъ, происходитъ слишкомъ быстро, способствуя, тѣмъ, развитію большаго количества тепла; послѣднее при ограниченной поверхности оборотовъ, можетъ быть имъ передано въ ограниченномъ-же количествѣ и, въ значительной части, извлекается наружу вмѣстѣ съ продуктами горѣнія; явленіе это происходитъ какъ при топливникахъ съ глухимъ, такъ и съ рѣшетчатымъ подомъ. Нижеслѣдующія цифры даютъ о немъ достаточно наглядное понятіе: при наблюденіяхъ, произведенныхъ надъ круглыми печами съ рѣшетчатымъ подомъ, самая высшая температура въ вьюшкѣ была равна 460° и получалась уже черезъ 20 м. послѣ начала топки, при чемъ она соотвѣтствовала концу перваго періода, т. е. моменту когда дрова начинали распадаться на уголья. Въ круглыхъ-же печахъ, того-же размѣра но съ глухимъ подомъ, конецъ перваго періода наступалъ черезъ полчаса послѣ начала топки и температура во вьюшкѣ поднималась до 420°*).

2. При томъ же способѣ топки, горѣніе угольевъ, напротивъ того, происходитъ слишкомъ медленно; оно сопровождается чрезмѣрнымъ притокомъ, въ топку, воздуха, который, не участвуя въ горѣніи, согрѣвается около поверхности оборотовъ и извлекается черезъ дымовую трубу, способствуя тѣмъ охлажденію печи и, слѣдовательно, безполезной потерѣ тепла; въ этомъ періодѣ — объемъ притекавшаго воздуха былъ до 15 разъ больше противъ теоретически-необходимаго для горѣнія угольевъ; явленіе это особенно интенсивно при топливникахъ съ глухимъ подомъ.

3. Потеря тепла, вслѣдствіе неполноты горѣнія, была равна нулю.

4. Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія составлялъ, среднимъ числомъ, 40%; для печей съ глухимъ подомъ онъ понижался до 35%, при рѣшетчатомъ же подѣ возвышался до 45%; слѣдовательно, даже и при общепринятомъ, рутинномъ уходѣ за топкою, рѣшетчатый подъ оказался выгоднѣе — глухаго, что происходитъ преимущественно вслѣдствіе сокращенія послѣдняго періода; экономія тепла получаемая при этомъ, оказалась больше потери въ началѣ топки, вслѣдствіе быстраго разгоранія дровъ на рѣшеткѣ. Впрочемъ, въ томъ и другомъ случаѣ, коэффиціентъ получился слишкомъ малъ; поэтому замѣна глухаго пода — рѣшетчатымъ, хотя, какъ видно по приведеннымъ цифрамъ, представляетъ несомнѣнное улучшеніе даже при томъ-же уходѣ за топкою, но тѣмъ не менѣе далеко еще не рѣшаетъ вопроса объ экономическомъ пользованіи дровами.

*) Наблюденія производились въ 1885 и 1886 году.

Разсматривая приведенные результаты наблюденій надъ общепринятымъ способомъ топки, мы видимъ, что здѣсь потеря тепла обусловливается слишкомъ большимъ притокомъ воздуха, который, въ первый періодъ топки, раздѣляясь, при большомъ объемѣ топлива, довольно равномѣрно, способствуетъ слишкомъ быстрому горѣнію; напротивъ того, въ послѣднемъ періодѣ, когда занята только нижняя часть топливника, распредѣленіе воздуха будетъ неравномѣрно и, при сравнительно-небольшой скорости его, уголь сгораетъ слишкомъ медленно, причемъ, какъ то слѣдуетъ по выше-сказанному, и происходитъ наибольшая потеря тепла.

Сообразно съ изложеннымъ, для урегулированія топки, необходимо было замедлить первый періодъ и ускорить — послѣдній, для чего слѣдовало: ограничить притокъ воздуха и направить его, въ послѣднемъ періодѣ, съ возможно-большею скоростью на горящіе уголья.

Самый простой способъ удовлетворенія тому и другому условію состоялъ въ закрытіи, на все время топки, дверецъ топочныхъ и въ надвиганіи, въ послѣднемъ періодѣ, угольевъ къ отверстіямъ, черезъ которыя притекалъ воздухъ и которыя были сдѣланы въ топочныхъ-же дверцахъ

Наблюденія, произведенныя при подобномъ способѣ топки, вполнѣ и весьма замѣтно доказали его цѣлесообразность; *) при однихъ и тѣхъ-же печахъ, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія возвысился и составлялъ отъ 60% до 70% (на 25% болѣе предъ-идущаго), самая высшая температура во вьюшкѣ составляла до 360° и получалась черезъ часъ послѣ начала топки; объемъ притекавшаго воздуха былъ въ 2 до 2,5 разъ болѣе противъ теоретически-необходимаго, потеря тепла вслѣдствіе неполноты горѣнія измѣнилась отъ нуля до 4%, т. е. была вообще мала.

Приведенныя цифры относятся до глухихъ и рѣшетчатыхъ топливниковъ, причемъ, высшій коэффиціентъ полезнаго дѣйствія соотвѣтствовалъ послѣднимъ, но для этого потребовалось, на все время топки, закрыть поддувальную дверцу; тогда, объемъ притекавшаго воздуха былъ, среднимъ числомъ, вдвое противъ теоретически-потребнаго, при глухихъ-же подахъ — отношеніе это возрастало до 2,5.

Позднѣйшіе опыты, произведенные надъ многочисленными типами комнатныхъ печей, всѣ, въ общемъ, привели къ тѣмъ-же выводамъ, почему основнымъ правиломъ при топкѣ слѣдуетъ считать ограниченіе притока воздуха и направленіе его на горящіе уголья; сообразно съ этимъ лицамъ, желающимъ топить дровами съ соблюденіемъ возможной экономіи, но не рѣшающимся прибѣгнуть къ передѣлкѣ топливниковъ, можно посовѣтовать: *послѣ подкладки дровъ и зажженныхъ растопокъ, закрыть поддувальную и топочную дверцу, въ которой должны быть оставлены отверстія (въ общей сложности отъ 1,5 до 2 верш.); когда-же дрова распадутся на уголья, то послѣдніе перемѣшать и придвинуть по возможности ближе къ топочнымъ дверцамъ, которыя опять слѣдуетъ закрыть; послѣ вторичнаго перемѣшиванія, когда уголья совсѣмъ покроются золою, можно закрыть вьюшку.*

Указанный пріемъ вообще примѣнимъ къ печамъ съ хорошею тягою; при слабой-же тягѣ, какъ-то показалъ непосредственный опытъ, въ первомъ періодѣ топки дверца мо-

*) Данныя наблюденій товарищества за 1885, 1886 и 1887 г.

жетъ быть, безъ замѣтно-большой потери тепла, полуоткрытою;*) закрыть-же ее слѣдуетъ послѣ распаденія дровъ на уголья.

Здѣсь товарищество считаетъ необходимымъ замѣтить, что оно неоднократно совѣтовало уже примѣнять изложенный способъ топки постороннимъ лицамъ и не было случая, чтобы исполненіе совѣта не сопровождалось замѣтною экономіею дровъ; но, въ то же время, оно часто встрѣчало, сначала, возраженія, сводящіяся, главнымъ образомъ, къ послѣдующимъ: 1) при открытой топочной дверцѣ лучистая теплота передается частью непосредственно помѣщенію; поэтому, если дверцу закрыть, то теплота эта безполезно унесется въ дымовую трубу; 2) при закрытой дверцѣ дрова сгораютъ скорѣе, поэтому много тепла уносится наружу; 3) при соблюденіи того-же условія, помѣщеніе менѣе вентилируется и наконецъ 4) при этомъ печи скорѣе разрушаются.

По поводу перваго возраженія можно замѣтить, что дѣйствительно, при закрытой дверцѣ, менѣе передается, непосредственно помѣщенію, лучистой теплоты; но тамъ, гдѣ мы имѣемъ дѣло со сложнымъ явленіемъ, нельзя руководствоваться какими нибудь простыми и, при томъ, общими соображеніями; какъ показываютъ цыфры, это уменьшеніе количества непосредственно передаваемой теплоты еще не рѣшаетъ вопроса и съ избыткомъ вознаграждается сбереженіемъ, обусловленнымъ другими явленіями; далѣе, второе возраженіе также неосновательно; при закрытой топочной дверцѣ, какъ то видно по журналамъ наблюденій, продолжительность топки была та-же какъ и при открытой; вся разница состояла только въ продолжительности отдѣльныхъ періодовъ; первый удлинялся вдвое, послѣдній же — укорачивался. Наконецъ, если часто, при небрежномъ уходѣ, печи топятся долго, то это происходитъ отъ удлиненія втораго періода и сопровождается не экономіею, а, напротивъ того, безполезною потерею тепла; первый же періодъ, при закрытой дверцѣ, во всякомъ случаѣ, длиннѣе и равномѣрнѣе чѣмъ при открытой.

Относительно третьяго возраженія, касающагося вліянія топки на вентиляцію, слѣдуетъ замѣтить, что, при средней топкѣ въ 30 фун. дровъ, извлекается, если допустить, четверной, противъ теоретическаго, притокъ воздуха, не болѣе 17 куб. саж. послѣдняго, т. е. сравнительно весьма немного; поэтому даже и вліяніе нераціональной топки на вентиляцію невелико; гораздо дѣйствительнѣе будетъ располагать за вьюшкою прочистительную дверцу и открывать ее на нѣсколько часовъ; въ дверцахъ этихъ, размѣромъ 3×3 кв. верш., обыкновенно бываетъ скрость не менѣе 4 ф.; поэтому въ продолженіе часа извлечется:

$$\frac{3 \times 3 \times 4 \times 3600}{343 . 48} = 7{,}8 \text{ куб. саж. воздуха.}$$

Поэтому, если продержать названную дверцу открытою въ продолженіе трехъ часовъ, то съ избыткомъ возмѣстится убыль въ вентиляціи, которая можетъ произойти вслѣдствіе правильной топки; выгода же — сама по себѣ очевидна; черезъ прочистную дверцу мы извлекаемъ воздухъ при комнатной температурѣ; если же, для этого, пользоваться топкою, то воздухъ вытягивается нагрѣтымъ, среднимъ числомъ, болѣе чѣмъ на 200°, что сопровождается, какъ это было указано выше, значительною потерею тепла.

Наконецъ, послѣднее замѣчаніе, дѣлаемое обыкновенно печными мастерами, справедливо только для дурно или неправильно сложенныхъ печей; здѣсь разрушеніе происходитъ вслѣдствіе дѣйствія высокой температуры, получаемой въ топливникѣ, и указываетъ, тѣмъ самымъ, на правильный способъ топки; продолжительныя и многочисленныя наблюденія, произведенныя товариществомъ, привели къ тому заключенію, что, при тщательной кладкѣ и правильномъ устройствѣ печи, послѣдняя не боится раціональной топки; самое большое, если при этомъ, въ исключительныхъ случаяхъ, могутъ показаться волосныя трещины, которыя не оказываютъ никакого вліянія на долговѣчность печи и могутъ быть закрыты замазкою. Съ другой же стороны — печи, сложенныя дурно, разваливаются и при обыденномъ способѣ топки.

Отсюда мы видимъ, что выше разсмотрѣнный, правильный способъ топки не сопровождается сколько-нибудь серьезными неудобствами и можетъ быть съ пользою примѣняемъ, тѣмъ болѣе, что онъ не сложнѣе обще-принятаго въ настоящее время. Но способъ этотъ далеко еще не гарантируетъ достаточно высокаго полезнаго дѣйствія; причиною тому необходимость въ перемѣшиваніи, которое, хотя и требуется при всякомъ способѣ топки, но, какъ извѣстно, выполняется, въ большинствѣ случаевъ, весьма неаккуратно; кромѣ того, печь приходится закрывать хотя и съ весьма небольшимъ количествомъ угля, но, все таки, не совсѣмъ устраняется опасность образованія угара или дурнаго запаха.

Поэтому, въ виду болѣе правильной постановки вопроса, необходимо было выработать такой типъ топливника, въ которомъ угли могли-бы сгорать до-тла и при которомъ, поименованныя, основанныя на данныхъ непосредственнаго опыта, условія раціональной топки выполнялись-бы, такъ сказать, автоматически, безъ посторонняго перемѣшиванія.

Нижеслѣдующій бѣглый обзоръ топливниковъ (черт. 1 до 4), въ извѣстной мѣрѣ, наглядно указываетъ состояніе разсматриваемаго вопроса до настоящаго времени; ни одинъ изъ приведенныхъ типовъ не удовлетворяетъ выяснившимся, при наблюденіяхъ, условіямъ выгоднаго горѣнія дровъ; условія эти, какъ будто, совсѣмъ игнорировались; и дѣйствительно: послѣ перваго (чер. 1) патріархальнаго типа, послѣдующій затѣмъ (чер. 2) проектированъ для минеральнаго топлива и представляется только немногимъ совершеннѣе; тоже относится и до третьяго (чер. 3) германскаго типа, въ которомъ пониженіе рѣшетки произведено съ цѣлью болѣе удобной очистки ея и для избѣжанія необходимости располагать топочную дверцу непосредственно надъ рѣшеткою, что имѣетъ, опять-таки, нѣкоторое значеніе только для минеральнаго топлива*).

Замѣтную особенность представляетъ топливникъ Свіязева (чер. 4), который былъ проектированъ съ цѣлью достиженія возможно полнаго горѣнія дровъ, т. е. условія которое достигается въ самыхъ простыхъ топливникахъ; преимущество же его состоитъ, какъ показалъ непосредственный опытъ, только въ томъ, что здѣсь дрова, при обугливаніи, сваливаются частью внизъ, что, въ нѣкоторой мѣрѣ, замѣняетъ перемѣшиваніе; но процессъ этотъ происходитъ далеко не совершенно; часть полѣнъ, послѣ обугливанія ихъ, остается въ наклонномъ положеніи и, вслѣдствіе отсутствія притока воздуха надлежащей скорости и надлежаще направленнаго, послѣдній періодъ остается все-таки слишкомъ длиннымъ. Кромѣ того, названные топливники, при небольшомъ ихъ объемѣ, требовали повторительной подкладки дровъ; поэтому весьма естественно, что, несмотря на апріористическія похвалы, воздаваемыя топливникамъ Свіязева,

*) Въ этомъ случаѣ дрова разгораются медленно, что сопровождается также развитіемъ небольшаго количества тепла и невысокою температурою во вьюшкѣ.

*) Вышеприведенныя данныя наблюденій относятся преимущественно до указанныхъ здѣсь трехъ типовъ топливниковъ.

они примѣнялись почти только однимъ ихъ авторомъ и, въ настоящее время, совсѣмъ оставлены; въ то же время нельзя не признать, что нѣкоторыя указанія Свіязева были вполнѣ справедливы; къ таковымъ относятся: требуемое имъ ограниченіе притока воздуха и стремленіе къ устраненію необходимости перемѣшиванія; поэтому, повидимому, только отсутствію точныхъ, опытныхъ данныхъ слѣдуетъ приписать выработанный имъ, неудачный типъ топливника.

Товарищ. С. Лукашевичъ и Ко.

(Окончаніе слѣдуетъ.)

Осадочные бассейны города Франкфурта на Майнѣ.

Еще въ то время, когда Франкфуртъ былъ свободнымъ городомъ, послѣдовало утвержденіе проекта устройства канализаціи по сплавной системѣ съ выпускомъ нечистотъ главнаго колектора непосредственно въ Майнъ.

Но въ то время, т. е. при началѣ работъ, въ 1867 году, имѣлось въ виду устроить канализацію лишь для нѣкоторыхъ частей города, наиболѣе въ томъ нуждавшихся и при томъ безъ спуска въ канализаціонные каналы ватерклозетныхъ нечистотъ; въ виду этого и во избѣжаніе устройства длиннаго, дорого стоющаго колектора, рѣшено было устроить устье колектора недалеко отъ города, вблизи газоваго завода, съ тѣмъ, чтобы впослѣдствіи, при развитіи всей сѣти, этотъ главный спускной колекторъ могъ бы служить лишь запаснымъ каналомъ для спуска чрезъ него водъ во время ливней. Несмотря однако на постепенное развитіе канализаціонной сѣти, этотъ главный спускной колекторъ и по настоящее время служитъ своему первоначальному назначенію для той части города, которая расположена по правому берегу рѣки Майна.

Впослѣдствіи, съ развитіемъ употребленія ватерклозетовъ, стали все болѣе и болѣе ощущать потребность къ спуску въ канализаціонные каналы ватерклозетныхъ нечистотъ. На это однако не хотѣли рѣшиться безъ полученія на то одобренія со стороны компетентныхъ по этому вопросу лицъ. Вотъ почему въ 1871 году былъ приглашенъ въ качествѣ эксперта для дачи своего заключенія, извѣстный профессоръ Петенкоферъ, который высказался за возможность спуска ватерклозетныхъ нечистотъ, какъ въ существующіе уже каналы, такъ и въ тѣ, которые будутъ устроены, при предположенномъ развитіи канализаціонной сѣти.

Съ этого времени приступлено было къ быстрому распространенію проектированной канализаціи и въ остальной части города; при чемъ домовладѣльцы, съ своей стороны, приступили къ устройству соединеній домовыхъ водостоковъ съ ватерклозетными нечистотами въ канализаціонные каналы, а въ тѣхъ улицахъ, гдѣ таковыхъ каналовъ устроено еще не было, они стали настаивать о скорѣйшемъ ихъ проложеніи. Въ настоящее время канализація устроена по всему городу, за исключеніемъ той только низменной части, которая подвержена частымъ наводненіямъ.

Однако, по мѣрѣ развитія канализаціонной сѣти, стали обнаруживаться неблагопріятные результаты отъ спуска нечистотъ непосредственно въ рѣку, т. е сильное загрязненіе ея, начиная отъ устья спускнаго колектора и на довольно значительное отъ него разстояніе, при чемъ на поверхности рѣки плавали твердыя части экскрементовъ, бумажки и разные другіе предметы попавшіе въ каналы. Вслѣдствіе этого городское управленіе въ 1874 году рѣшило предпринять работы для устройства главнаго спускнаго колектора подальше отъ города; но какъ колекторъ долженъ былъ проходить чрезъ земли частныхъ владѣльцевъ, то приходилось входить съ каждымъ изъ нихъ въ особое соглашеніе на полученіе разрѣшенія на прокладку колектора по ихъ землѣ.

Переговоры эти затянулись на цѣлые года, а какъ тѣмъ временемъ, все большее и большее число домовъ примыкало къ канализаціи, то и загрязненіе рѣки все увеличивалось. Вслѣдствіе этого въ Германскій Союзный Совѣтъ стали поступать многочисленныя по этому поводу жалобы и правительствомъ была назначена особая коммисія для всесторонняго обсужденія этого вопроса. Послѣдствіемъ назначенія этой коммисіи было то, что правительство нашло невозможнымъ допустить спускъ нечистотъ непосредственно въ Майнъ и предписало городскому управленію Франкфурта или устроить осадочные бассейны для очистки нечистотъ передъ выпускомъ въ Майнъ, или же спускать нечистоты на поля орошенія.

Во исполненіе такого требованія правительства въ 1876/7 годахъ, были составлены и представлены правительственной коммисіи проекты устройства осадочныхъ бассейновъ и оросительныхъ полей. Послѣ самаго тщательнаго изученія этихъ проектовъ и мѣстныхъ условій, правительство одобрило, въ 1882 году, эти проекты сооруженій, которые нынѣ приводятся въ исполненіе, при чемъ правительство нашло недостаточнымъ производить очистку нечистотъ, до спуска ихъ въ Майнъ, лишь механическимъ способомъ, а потребовало кромѣ того обезвреженія нечистотъ химическимъ способомъ. Такимъ образомъ приступлено было къ устройству осадочныхъ бассейновъ, указанныхъ на чертежахъ № 1 и 2 (см. отд. прилож.).

Прежде всего удаляютъ изъ нечистотъ тѣ вещества, которыя можно извлечь механическимъ способомъ и лишь затѣмъ примѣняютъ химическія средства. Нечистоты поступаютъ изъ Франкфурта чрезъ дукеръ (1)*) и изъ Саксенгаузена чрезъ колекторъ (2) въ пріемную галлерею (3), расположенную вдоль поперечной стѣнки осадочнаго бассейна; въ этой (Zuleitungsgallerie) галлереѣ находится осадочное отдѣленіе (4) (Sandfang), сѣточное отдѣленіе (5) (Siebkammer), въ которомъ установлены щиты (6) (Eintauchplatten) съ сѣтками и затѣмъ помѣщеніе (7), гдѣ происходитъ смѣшиваніе нечистотъ съ сѣрно-кислымъ глиноземомъ и растворомъ извести. Послѣ этого нечистоты переходятъ въ осадочный бассейнъ (8), подраздѣленный на нѣсколько галлерей; изъ галлерей осадочнаго бассейна, они поступаютъ въ отводную (9) галлерею, а затѣмъ въ выпускной каналъ (10), устье (11) котораго оканчивается въ Майнѣ. Въ близкомъ разстояніи отъ осадочнаго бассейна находится особое большое зданіе (12), гдѣ стоятъ паровыя машины, насосы, прессы, фильтры и находятся склады глинозема, извести и угля.

Позади этого зданія уложены къ рѣкѣ Майну рельсовые пути (13), служащіе какъ для подвозки необходимыхъ сырыхъ матеріаловъ: угля, извести и проч., такъ и для отвозки извлеченныхъ изъ бассейновъ и сложенныхъ въ складахъ осадковъ (14). Съ сѣверной стороны осадочныхъ бассейновъ построенъ жилой домъ (15) для служащихъ и рабочихъ.

Первый вопросъ, подлежащій зрѣлому обсужденію при устройствѣ осадочныхъ бассейновъ, заключался въ томъ, чтобы рѣшить, на какой именно высотѣ слѣдуетъ расположить дно бассейна? Если дно это расположить на такой высотѣ, чтобы содержимое бассейна въ состояніи было вытекать въ Майнъ самотёкомъ, при высокомъ горизонтѣ водъ, тогда нечистоты, прибывающія по колекторамъ, не въ состояніи были бы самотекомъ изливаться въ бассейнъ, а ихъ пришлось бы перекачивать, и наоборотъ, еслибы днище бассейна расположить низко, то нечистоты могли самотекомъ изливаться въ осадочные бассейны, но за то во время высокихъ водъ, содержимое бассейна не могло бы изливаться самотекомъ въ Майнъ, а пришлось его перекачивать. Такъ какъ при проектированіи главныхъ колекторовъ, оказалось, что нечистоты могутъ изъ нихъ поступать самотекомъ въ осадочные бассейны въ томъ только случаѣ, если днище бассейна будетъ расположено на 1,15 метра выше 0 горизонта воды въ томъ мѣстѣ, гдѣ проектировано было устье спускнаго изъ бассейна канала, и такъ какъ по имѣвшимся наблюденіямъ горизонтъ воды въ Майнѣ въ теченіе 300 дней въ году стоитъ ниже + 1,15. то и рѣшили расположить днище бассейна на этой высотѣ. Какъ видно изъ плана, нечистоты прибываютъ въ осадочный бассейнъ посредствомъ двухъ колекторовъ, а именно: главный колекторъ Sachsenhausen'а расположенъ вдоль берега Майна; имѣетъ уклонъ 1 : 2200 и размѣры высоты 1,71 м. и ширины 1,14 м. Водостокъ этотъ близь бассейна развѣтвляется, при чемъ одна вѣтвь идетъ на югъ и впадаетъ въ пріемную галлерею осадочнаго бассейна; а другая идетъ далѣе по прямому направленію, вдоль берега, и соединяется съ главнымъ запаснымъ выводнымъ каналомъ № 2.

Франкфуртскій главный колекторъ, пройдя дукеромъ черезъ Майнъ, впадаетъ съ сѣвера въ пріемную галлерею осадочнаго бассейна; недалеко отъ устья этого колектора расположенъ запасный отводный каналъ № 1, который, поворачивая на западъ, соединяется съ отводнымъ запаснымъ каналомъ № 2 и образуетъ одинъ общій отводный каналъ діаметромъ 1,40 м., соединяющійся съ отводнымъ каналомъ осадочнаго бассейна.

Въ обыкновенное время, нечистоты изъ обоихъ каналовъ, какъ Франкфуртскаго, такъ и Саксенгаузенскаго, непосредственно поступаютъ въ пріемную галлерею осадочнаго бассейна, въ случаѣ же

---

*) См. приложенія.

значительныхъ ливней производится соединеніе этихъ колекторовъ съ запасными каналами. По этимъ колекторамъ нечистоты текутъ со скоростію отъ 0,5 до 0,7 м. въ секунду, съ поступленіемъ же нечистотъ въ осадочное отдѣленіе, скорость теченія уменьшается приблизительно въ 10 разъ, отчего находящіяся въ нечистотахъ песокъ и другія тяжелыя частицы остаются на днѣ этого отдѣленія; въ концѣ осадочнаго отдѣленія установлены поперекъ, во всю ширину, особые щиты, которые задерживаютъ теченіе нечистотъ, пока онѣ не достигнутъ верхней грани щита и не начнутъ переливаться черезъ щитъ, отчего происходитъ осажденіе твердыхъ частей нечистотъ, которыя извлекаются изъ этого отдѣленія. Позади щитовъ, расположены въ наклонномъ положеніи сѣтки, на которыя также осаждаются уже болѣе мелкія примѣси нечистотъ. Такихъ сѣтокъ находится 4 штуки, каждая шириною 1,45 мт.; сѣтки эти раздѣляются другъ отъ друга выдвижными желѣзными стѣнками, отчего представляется возможность пріостановить дѣятельность каждаго такого сѣточнаго отдѣленія, вынуть сѣтку и тщательно ее прочистить. Такимъ образомъ, нечистоты, очищенныя предварительно механически въ осадочномъ и сѣточномъ отдѣленіяхъ, поступаютъ въ отдѣленіе, въ которомъ происходитъ смѣшиваніе ихъ съ химическими продуктами; въ это отдѣленіе впускаютъ глиноземъ и известковый растворъ и происходитъ дѣятельное смѣшеніе ихъ съ нечистотами. Послѣ этого нечистоты поступаютъ въ особую галлерею, примыкающую къ осадочному бассейну, и уже отсюда поступаютъ въ отдѣленія большаго осадочнаго бассейна. Въ стѣнкахъ каждаго такого отдѣленія устроены задвижныя заслонки, такъ что каждое отдѣленіе можетъ быть закрыто или открыто, смотря по надобности. Въ этихъ отдѣленіяхъ происходитъ окончательная осадка всѣхъ примѣсей и изъ нихъ сточныя воды переходятъ въ отводную выпускную галлерею (9).

Каждое отдѣленіе осадочнаго бассейна длиною 82,4 м., а ширина вверху 6 м. и внизу (вслѣдствіе утолщенія стѣнъ) 5,4 м. Дно бассейна имѣетъ форму свода, со стрѣлкою въ 0,3 м. и продольный уклонъ 1,0 м.

Вмѣстимость каждаго отдѣленія резервуара 1.100 куб. м. и каждое отдѣленіе служитъ для очистки въ сутки отъ 4.000 до 5.000 куб. м. при обыкновенныхъ условіяхъ, такъ какъ въ сутки прибываетъ нечистотъ 18 до 20.000 кб. метровъ.

Отъ отношенія вмѣстимости резервуара къ количеству ежедневно прибывающихъ въ него нечистотъ, т. е. отъ продолжительности нахожденія нечистотъ въ резервуарѣ, зависитъ ихъ осажденіе или степень очистки нечистотъ Каждое отдѣленіе осадочнаго бассейна снабжено въ концѣ подвижнымъ щитомъ (Entleerungsschieber), діам. въ 30 ctm., посредствомъ котораго верхніе слои водъ бассейна проходятъ въ выпускную (9) галлерею. Послѣ того, что горизонтъ воды въ отдѣленіи бассейна понизится до горизонта дна въ выпускной галлереѣ, оставшаяся въ отдѣленіи бассейна вода должна быть оттуда выкачена. Для этой цѣли подъ выпускной галлереей расположенъ опорожнительный (16) каналъ (Entleerungscanal), шириною 2 м., высотою 1,62 м.; подошва этого канала расположена на 4,5 м. Оставшаяся въ отдѣленіи вода посредствомъ трехъ щитовъ, 50 ctm. ширины и 20 ctm. высотою, можетъ быть выпущена въ опорожнительный каналъ,—при чемъ сначала открываютъ верхній щитъ, потомъ средній и затѣмъ уже нижній. Чрезъ это приспособленіе, бассейнъ опоражнивается постепеннымъ стокомъ воды, расположенной сверху, отчего находящіяся на днѣ бассейна осадки не увлекаются водою. По опорожнительному каналу вода стекаетъ въ колодецъ (17), откуда она центрифугальнымъ насосомъ выкачивается и проводится нагнетальной трубою (Druckerdhe) въ выпускной каналъ (Ausmündungssiel) (18).

Опорожнительный насосъ (Entleerungspumpe) расчитанъ на выкачиваніе 100 лт. въ секунду, а потому отдѣленіе резервуара, въ которомъ вода стоитъ на высотѣ 2,1 mt., опорожняется въ теченіе двухъ часовъ, а при стояніи воды на высотѣ 1,0 м. опоражнивается въ теченіе 3 часовъ. По опорожненіи бассейна, оставшіеся въ немъ осадки собираются въ ведра и затѣмъ, посредствомъ подвижной телѣжки съ паровымъ краномъ, подымаются кверху, гдѣ осадки выливаются въ вагонъ.

Означенная паровая телѣжка съ паровымъ краномъ служитъ также для извлеченія и отвозки осадковъ, извлекаемыхъ изъ впускной галлереи.

Вытекающая изъ бассейновъ вода отводится круглымъ каналомъ діам. 1,40 м. въ Майнъ, при чемъ устье канала состоитъ изъ деревянной трубы, спускающей воду значительно глубже горизонта самыхъ низкихъ водъ. Посредствомъ особаго приспособленія, выпускная труба можетъ быть совершенно (Ablaufsiel) запираема, дабы оградить притокъ въ нее водъ во время значительнаго повышенія горизонта водъ въ Майнѣ.

Какъ сказано выше, при высотѣ водъ въ Майнѣ не болѣе +1,15 mt., бассейны дѣйствуютъ безпрепятственно; при бо̀льшемъ возвышеніи уровня воды, поднимается также горизонтъ воды въ осадочномъ бассейнѣ.

Во избѣжаніе, однако, чрезмѣрнаго поднятія уровня воды, въ бассейнѣ запираютъ выпускной каналъ и тогда вода изъ бассейна выкачивается насосами и нагнетается по особой трубѣ въ такое мѣсто выпускной трубы, которое расположено позади приспособленія, служащаго для запора выпускной трубы.

Въ сводахъ бассейна, въ впускной и выпускной галлереяхъ устроены отверстія для пропуска свѣта; въ тоже время эти отверстія служатъ для вентиляціи и отчасти для прочистки.

Весь бассейнъ устроенъ изъ кирпича и бетона на портландскомъ цементѣ. Работы для фундаментовъ были весьма затруднительны по изобилію ключей.

Расположеніе пароваго котла, машинъ, насосовъ видно изъ плана.

Получаемые изъ бассейна осадки содержатъ въ себѣ 90 проц. воды и потому, какъ удобрительное средство, не могутъ вынести расходовъ по перевозкѣ; выпариваніе-же воды тоже сопряжено съ довольно значительными расходами, которые не окупаются отъ продажи высушенныхъ осадковъ; вслѣдствіе этого осадки собираютъ въ особыхъ пріемникахъ или перекачиваютъ въ особые склады. Во многихъ англійскихъ городахъ, съ осадками поступаютъ точно также, при чемъ въ мѣстахъ, служащихъ для склада осадковъ, не замѣчается будто-бы никакого отъ нихъ зловонія.

Для склада осадковъ, позади машиннаго зданія, отведены особые участки, куда они будутъ перекачиваться особыми насосами, и такъ какъ мѣстность эта будетъ дренирована, то осадки будутъ настолько высыхать, что ихъ удобно будетъ перевозить для продажи.

Въ заключеніе нашей статьи помѣщаемъ описаніе приложенныхъ чертежей:

Чертежъ № 1.

1) 2 главныхъ коллектора діаметромъ 0,75 метр., приводящіе нечистоты изъ Франкфурта.

2) Колекторъ, приводящій нечистоты изъ Саксенгаузена, вышиною 1,71 м., шириною 1,14 м.

I. Запасный выпускной, на случай ливней, каналъ № 1 діам. 1,20 м. Nolhauslais.

II. Тоже, № 2, діам. 1,00 м.

III. Соединительный запасный каналъ №№ 1 и 2 діам. 1,46 м. Vereinigter Nolhauslais.

3) Впускная или пріемная галлерея Einleitungsgallerie, которая состоитъ изъ:

4) осадочнаго отдѣленія, Sandfang, съ высокимъ во всю ширину галлереи щитомъ (6), чрезъ который нечистоты переливаются въ

5) сѣточное отдѣленіе, Siebabtheilung, въ которомъ расположены въ ширину подъ-рядъ 4 отдѣленія съ сѣтками, на которыхъ осаждаются болѣе мелкія нечистоты; послѣ этого нечистоты переходятъ въ

7) отдѣленіе, гдѣ происходитъ смѣшиваніе ихъ съ химическими составами и откуда они поступаютъ въ

8) галлерею, соединенную съ отдѣленіями осадочнаго бассейна, посредствомъ особыхъ выдвижныхъ

8а) щитовъ.

8b) Осадочный бассейнъ о 6-ти отдѣленіяхъ длиною 82,4 м. и шириною 6 м. каждый. Здѣсь нечистоты отстаиваются и

9) поступаютъ затѣмъ *въ выпускную галлерею* (9), изъ которой

10) посредствомъ канала (10) отводятся въ рѣку Майнъ.

11) Устье выпускнаго канала.

12) машинное (отдѣленіе) зданіе съ паровыми котлами, насосами, фильтрами и проч. съ мельницами для размолки сѣрно-кислаго глинозема и для раствореція его; съ складами глинозема, извести и угля.

12а) Трубы діаметромъ 0,25, по которымъ изъ машиннаго зданія нагнетается сѣрно-кислый глиноземъ и известковый растворъ въ отдѣленіе впускной галлереи, гдѣ производится смѣшиваніе этихъ аппаратовъ съ нечистотами.

12b) Трубы діам. 0,70 м., по которымъ во время высокаго стоянія воды въ р. Майнѣ нагнетаются выкаченныя изъ осадочнаго бассейна воды.

18) Приспособленіе, служащее для закрытія спускнаго канала во время высокихъ водъ въ рѣкѣ Майнѣ.

16 и 17) Опорожнительный каналъ (16) и колодецъ для стока (17)

13) Рельсовые пути, идущіе къ набережной рѣки Майна и служащіе для подвозки матеріаловъ и отвозки осадковъ.

14) Склады для осадковъ, вынимаемыхъ изъ осадочныхъ бассейновъ.

15) Жилой домъ для служащихъ и рабочихъ.

Чертежъ № 2.

А. *Планъ осадочнаго бассейна.*

На этомъ планѣ №№ 1—12 обозначаютъ то же самое, что и на чертежѣ № 1.

Колодецъ опорожнительнаго канала осадочнаго бассейна.

— выпускной галлереи.

Щитовое отверстіе для выпуска нижнихъ водъ.

Отверстіе для пропуска осадковъ накопившихся въ бассейнѣ.

Б. *Продольный разрѣзъ осадочнаго бассейна* по линіи AB.

В. *Поперечный разрѣзъ* EF впускной галлереи и CD отдѣленія осадочнаго бассейна.

Г. *Поперечный разрѣзъ* GH выпускной галлереи и опорожнительнаго канала и IK соединеніе отдѣленія осадочнаго бассейна съ выпускною галлереею.

А. Мерцъ.

Статическое опредѣленіе напряженій фермы въ пространствѣ при односторонней нагрузкѣ.

Со времени возведенія Шведлеромъ конструкцій фермъ надъ Берлинскими газгольдерами и послѣ его теоретическихъ изслѣдованій даннаго вопроса, ни теорія, ни практика предмета не сдѣлали значительныхъ успѣховъ.

Изслѣдованія Фёппля*) даютъ, правда, нѣкоторыя важныя указанія для пополненія разсчета, однако тѣмъ не менѣе вопросъ этотъ нуждается въ дальнѣйшей разработкѣ, такъ какъ изслѣдованія Шведлера относятся лишь къ случаю совершенно симетричной нагрузки, и не касаются случая односторонней нагрузки, какъ это напр. бываетъ во время бури. Фёппль исходитъ въ своихъ выводахъ изъ того основнаго положенія, что систему слѣдуетъ считать статически опредѣленною, коль скоро число неизвѣстныхъ (усилія въ пятахъ и въ брусьяхъ) равно числу уравненій, которыя можно составить; однако онъ изслѣдуетъ опредѣленіе напряженій лишь для того случая, когда система оканчивается вверху кольцомъ и имѣетъ неподвижныя опоры, не касаясь случая остроконечной системы (шпица). Такое рѣшеніе вопроса не имѣетъ общаго характера и даетъ весьма значительную величину напряженій въ частяхъ конструкціи.

Предлагаемая статья представляетъ собой попытку болѣе общаго изслѣдованія фермы въ пространствѣ, причемъ мы увидимъ, что система, оканчивающаяся вершиною, испытываетъ значительно меньшія напряженія въ своихъ составныхъ частяхъ, чѣмъ система безъ таковой, но что вершина можетъ быть съ такимъ же успѣхомъ замѣнена внутреннимъ жесткимъ кольцомъ. Побочныя напряженія, возникающія при жесткомъ соединеніи частей системы, а равно и удлиненіе стоекъ подъ вліяніемъ усилій, здѣсь пренебрегаются.

Прежде всего объяснимъ, что именно мы подразумѣваемъ подъ фермой въ пространствѣ. Если мы представимъ себѣ нѣсколько треугольниковъ, связанныхъ между собою такимъ образомъ, что одна сторона будетъ общею для двухъ треугольниковъ, то всѣ эти треугольники могутъ, вообще говоря, или лежать въ одной плоскости, или нѣтъ. Въ первомъ случаѣ получается плоскостная ферма, во второмъ ферма въ пространствѣ. Всякая плоскостная ферма всегда неизмѣняема или, какъ говорится, устойчива относительно всѣхъ усилій, дѣйствующихъ въ ея плоскости; усилія эти могутъ передвигать ферму въ ея плоскости, но самая форма ея останется неизмѣнною, если только, какъ мы предполагаемъ, не послѣдуетъ, подъ вліяніемъ внѣшнихъ силъ, какого либо измѣненія въ размѣрахъ сторонъ треугольниковъ, образующихъ ферму. Наоборотъ, ферма въ пространствѣ не безусловно устойчива; исключеніемъ является лишь трехгранная пирамида (тетра-эдръ), составляющая такимъ образомъ элементъ устойчивости для фермы въ пространствѣ, точно также, какъ треугольникъ служитъ элементомъ устойчивости для плоскостной фермы. Слѣдовательно, всякая ферма въ пространствѣ не состоящая изъ тетраэдровъ, не будетъ сама по себѣ уже устойчива и сдѣлается таковою лишь присуществованіи нѣкоторыхъ, здѣсь изслѣдуемыхъ условій — напр. неподвижности опоръ.

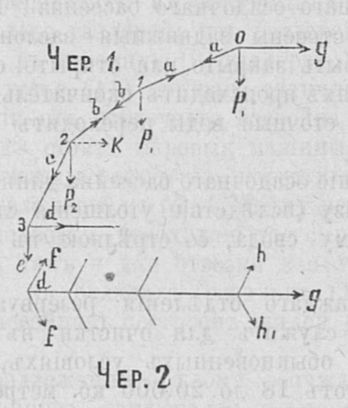
Наиболѣе распространенныя конструкціи принадлежатъ къ системѣ Шведлера, гдѣ всѣ опоры лежатъ въ одной плоскости и всѣ узловыя точки расположены на одной поверхности вращенія фиг. 1—8 (см. прил.).

Хотя изслѣдованія Шведлера и Фёппля болѣе или менѣе извѣстны, тѣмъ не менѣе слѣдуетъ, въ виду большей ясности дальнѣйшаго изложенія, привести здѣсь ихъ основные принципы.

a) Способъ Шведлера.

Пусть чер. 1 представляетъ вертикальную, а чер. 2 горизонтальную проекцію стропильной ноги съ примыкающими къ ней частями колецъ. Сила P_1, приложенная въ узлѣ 1, можетъ быть разложена на двѣ составляющія a и b, которыя вызовутъ напряженія въ соотвѣтствующихъ частяхъ кольца; такимъ же образомъ можетъ быть разложена сила P_2 въ узлѣ 2.

Если въ части стропильной ноги между узлами 1 и 2 образуются равныя и взаимно противоположныя силы b и b^1, то онѣ взаимно уничтожаются, не нарушая равновѣсія.



Составляющая c силы P_2 вызываетъ въ опорѣ 3 горизонтальную составляющую d и вертикальную e; послѣдняя передается опорѣ, а первая разлагается въ свою очередь на двѣ составляющія f и f_1 дѣйствующія на соотвѣтствующія части кольца.

Пооообнымъ же образомъ разложится сила P_0 на два усилія h и h_1 въ кольцѣ и усиліе въ ногѣ a, если имѣется внутреннее кольцо; если же форма остроконечная, то эта сила разложится подобно P_1 и P_2. При этомъ необходимо, чтобы наклонъ участковъ стропильной ноги соотвѣтствовалъ силамъ отъ P_0 до P_2, что возможно при данной нагрузкѣ. Тогда, конечно, напряженія будутъ испытываться стропильной ногой и внѣшнимъ и внутреннимъ кольцами, если послѣднее существуетъ. Однако, если одна изъ силъ, напр. P_2, болѣе, чѣмъ это нами предположено, то для возстановленія равновѣсія слѣдуетъ представить себѣ воображаемую горизонтальную силу k, показанную пунктиромъ на черт. 1, которая разложится на двѣ составляющихъ въ прилежащихъ частяхъ кольца.

Но коль скоро въ частяхъ кольца возникаютъ усилія, не уничтожающіяся взаимно, то, при изслѣдованіи ихъ дѣйствія на смежные узлы, оказывается, что каждая сила дѣйствуетъ болѣе, чѣмъ на три части и поэтому способъ Шведлера уже не даетъ возможности изслѣдовать разложеніе силъ на всѣ составляющія. Подобный случай наступаетъ при односторонней нагрузкѣ, для чего Шведлеръ даетъ лишь приближенный способъ разсчета діагоналей. Однако, какъ мы покажемъ дальше, въ подобномъ случаѣ всѣ прочія части конструкціи испытываютъ значительно большія напряженія, чѣмъ при симметричной нагрузкѣ. Для рѣшенія этого вопроса, какъ мы уже сказали, способъ Фёппля даетъ вѣрное указаніе.

b) Способъ Фёппля.

На приведенномъ выше разсужденіи — что система статически опредѣлена, когда число неизвѣстныхъ равно числу уравненій — Фёппль основываетъ слѣдующій, столь-же простой, сколько и важный выводъ:

Если a — число опоръ, n — число узловъ (вмѣстѣ съ опорами) и m число отдѣльныхъ брусьевъ, то $3n = m + 3a$. Такъ какъ для силы, дѣйствующей въ пространствѣ, могутъ быть выве-

---

*) A. Föppl, „Die Eisenbahn", 1881 и 1882, Bd. 15, 16 и 17.

дены три уравненія, то слѣдовательно для n узловъ будетъ существовать $3n$ уравненій. Неизвѣстныя суть m напряженій въ брусьяхъ и $3a$ — въ опорахъ, такъ какъ давленіе опоры, неизвѣстное ни по величинѣ, ни по направленію, можетъ быть опредѣлено лишь помощью трехъ уравненій. Конечно, эта формула показываетъ лишь статическую опредѣленность фермы, а вовсе не ея устойчивость. Наконецъ, уравненія должны быть возможны для рѣшенія и не давать при этомъ безконечныхъ или мнимыхъ величинъ.

Эти разсужденія указываютъ путь разсчета для каждой устойчивой системы; слѣдуетъ лишь составить $3n$ уравненій и найти изъ нихъ такое же число неизвѣстныхъ. Къ сожалѣнію, способъ этотъ на практикѣ былъ бы слишкомъ сложенъ. Куполъ Шведлера съ 24 стропильными ногами и 4 кольцами имѣетъ напр. $4.24=96$ узловыхъ точекъ; прибавляя сюда вершину, получимъ 97 узловъ и слѣдовательно $3.97=291$ уравненіе. При этомъ никакая часть уравненій не можетъ быть отдѣлена для опредѣленія своихъ неизвѣстныхъ, но всѣ онѣ должны войти въ ту окончательную формулу, которая будетъ содержать наконецъ одну лишь неизвѣстную, такъ что получаемыя выраженія невѣроятно длинны. Этимъ, вѣроятно, и объясняется, почему Фёппль въ дальнѣйшихъ изслѣдованіяхъ своихъ отказался отъ этого, имъ-же указаннаго пути и избралъ другой, весьма интересный способъ, предположивъ, что система оканчивается не остріемъ, но внутреннимъ кольцомъ.

Ясно, что, напр., усилія, дѣйствующія на брусья 1 и 2 поля A (фиг. 6 см. прил.) не могутъ уравновѣситься соотвѣтствующими усиліями въ брусьяхъ смежнаго поля B, такъ какъ оба поля лежатъ въ различныхъ плоскостяхъ и для такого уравновѣшенія необходима еще опредѣленная внѣшняя сила въ общемъ для нихъ узлѣ I внутренняго кольца, или показанный пунктиромъ брусъ 3, ведущій къ вершинѣ или къ слѣдующему кольцу. Поэтому внутреннее кольцо, безъ опредѣленныхъ внѣшнихъ силъ, дѣйствующихъ въ его узлахъ, не можетъ передавать усилій, и внѣшнія силы, приложенныя къ какому либо изъ его узловъ, должны разлагаться на составляющія, ведущія кратчайшимъ путемъ къ неподвижнымъ опорамъ.

Такъ какъ подробное изложеніе способъ Фёппля завело бы насъ слишкомъ далеко, то мы и ограничимся лишь его существенными результатами.

Что система безъ вершины будетъ устойчива, если ея опоры неподвижны, можно доказать еще слѣдующимъ простымъ разсужденіемъ: если мы будемъ разсматривать какой либо узелъ кольца (чер. 6 см. прил.), ближайшаго къ опорамъ (при неподвижности послѣднихъ опорное кольцо не нужно), то мы видимъ, что онъ связанъ тремя неизмѣнными брусьями съ тремя ближайшими опорными точками, почему данный узелъ, а слѣдовательно и все соотвѣтствующее кольцо будутъ неподвижны. Узлы слѣдующаго кольца точно такимъ-же образомъ связаны съ узлами предъидущаго, а слѣдовательно и вся система будетъ устойчива.

На упомянутой фиг. 6 напряженія опредѣлены для сосредоточеннаго груза $P=1$, брусья имѣютъ ширину, соотвѣтственную ихъ напряженіямъ. Здѣсь, какъ и въ прочихъ рисункахъ, части подверженныя сжатію, заштрихованы поперечными линіями.

Вертикальная проекція конструкціи сходна съ изображенной на фиг. 1 (см. прил.), лишь за исключеніемъ вершины. Опредѣленіе усилій показано ниже; оно проще, чѣмъ по способу Фёппля, и результаты обоихъ согласны.

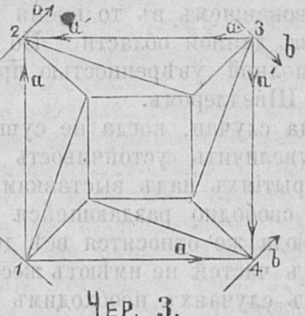
Мы видимъ, что въ этомъ случаѣ лишь относительно немногія части подвергаются напряженіямъ, но зато величина послѣднихъ весьма велика, а именно до 27,75 P, потому что система эта не имѣетъ свойствъ свода, такъ какъ, какъ было уже замѣчено ранѣе, внутреннее кольцо не передаетъ никакихъ усилій.

Въ дальнѣйшемъ мы увидимъ, что напр. въ 24-стороннемъ каркасѣ (сходномъ съ фиг. 7 прилож., но безъ вершины), по конструкціи подобномъ Шведлеровскому, но съ неподвижными опорами, въ томъ случаѣ, когда одинъ брусъ испытываетъ наибольшую нагрузку, а прочіе совершенно не нагружены, возникаютъ напряженія, въ 600 слишкомъ разъ превосходящія результаты разсчета Шведлера для наибольшей нагрузки.

Конструкціи Шведлера имѣютъ не неподвижныя, но радіально движущіяся опоры. Для подобныхъ системъ замѣчательно то, что онѣ устойчивы, когда число сторонъ основанія нечетное и, наоборотъ, неустойчивы, когда это число четное, предполагая въ обоихъ случаяхъ за основаніе правильный многоугольникъ.

Если опоры подвижны, то должно существовать нижнее (опорное) кольцо; тогда въ точкахъ опоръ возникаютъ вертикальныя давленія опоръ и кольцевыя напряженія, и, какъ видно изъ фиг. 6 прил. , при правильности плана, эти послѣднія симметрично располагаются относительно нагруженнаго узла.

При существованіи въ опорахъ радіальныхъ направляющихъ, слѣдуетъ предполагать въ опорахъ силы, перпендикулярныя къ этимъ направляющимъ (чер. 3, в.), препятствующія движенію опоръ въ направленіи вышеупомянутыхъ силъ. Если мы представимъ себѣ систему, имѣющую основаніемъ квадратъ 1 2 3 4 (чер. 3) и предположимъ, что оба кольцевыхъ усилія a расположены

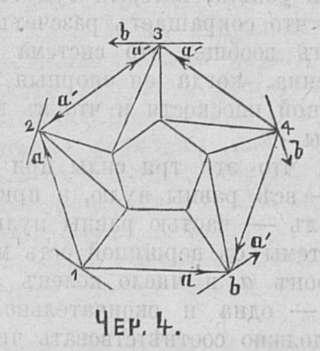


Чер. 3.

симметрично относительно узла 1, то, при отсутствіи вершины, равновѣсіе будетъ существовать лишь тогда, если кольцевыя напряженія aa уничтожаются напряженіями остальныхъ частей нижняго кольца и силами b въ опорахъ; если же для ихъ уничтоженія необходимо должны существовать усилія въ другихъ брусьяхъ, то составляющія этихъ усилій непремѣнно передадутся внутреннему кольцу — или прямо, или въ случаѣ существованія промежуточныхъ колецъ — черезъ эти послѣднія. А уже доказано, что внутреннее кольцо не можетъ служить для передачи усилій, а слѣдовательно оно не создаетъ и равновѣсія.

На чер. 3 силы a вызываютъ усилія a' и b. Построивъ, какъ будетъ показано ниже, треугольники силъ, найдемъ что $a=a'$ и далѣе, что между узлами 1 и 3 дѣйствуютъ двѣ одинаковыя по величинѣ и направленію силы a', которыя, слѣдовательно, не могутъ взаимно уничтожиться. Слѣдовательно, равновѣсія существовать не будетъ, хотя мы можемъ здѣсь примѣнить положеніе Фёппля, а слѣдовательно система статически опредѣленна. Легко убѣдиться, что сказанное относится ко всѣмъ многоугольникамъ четнаго числа сторонъ при всякомъ числѣ послѣднихъ.

Наоборотъ, если число сторонъ нечетное (чер. 4) то, разлагая силы точно также, какъ и выше, получимъ окончательно въ нѣкоторой части кольца — въ данномъ случаѣ между узлами 2 и 3 — равныя и противуположныя силы a', взаимно уничтожающіяся. Точно также легко убѣдиться, что это положеніе справедливо для всѣхъ правильныхъ многоугольниковъ произвольнаго нечетнаго числа сторонъ.



Чер. 4.

Слѣдовательно, системы, имѣющія въ планѣ подобный многоугольникъ, будутъ устойчивыми и притомъ статически опредѣленными; тѣмъ не менѣе, какъ мы увидимъ впослѣдствіи, онѣ испытываютъ при отсутствіи вершины весьма большія напряженія. Примѣняя приведенныя разсужденія къ конструкціямъ фермъ Шведлера, построенныхъ имъ надъ газгольдерами, найдемъ, что эти конструкціи не устойчивы для случая односторонней нагрузки; тѣмъ не менѣе онѣ въ дѣйствительности оказались прекрасными. Это кажущееся противорѣчіе объясняется тѣмъ, что брусья фермъ соединены между собой не посредствомъ шарнировъ, какъ это предполагается при разсчетѣ. При этомъ внутреннее кольцо становится неизмѣняемымъ и, хотя сопротивленіе, которое оно можетъ оказывать усиліямъ, стремящимся измѣнить его форму, и не особенно велико, тѣмъ не менѣе, какъ мы увидимъ далѣе, даже небольшія величины сопротивленія близъ вершины препятствуютъ образованію большихъ напряженій въ нижнихъ частяхъ купола. Неизмѣняемость внутренняго кольца еще поддерживается глухими соединеніями съ узловыми точками прочихъ колецъ и въ особенности, на что уже

указывалъ и самъ Шведлеръ, дѣйствіемъ обрѣшетки. Изслѣдованіе величины самостоятельнаго сопротивленія куполообразной обрѣшетки представляется такимъ образомъ весьма благодарной задачей.

Однако, если представить себѣ всѣ опасныя случайности, которымъ можетъ подвергнуться подобная ферма при односторонней нагрузкѣ, то остается лишь изумляться той смѣлости и, какъ показалъ опытъ, практичности, съ которыми Шведлеръ возвелъ свои сооруженія при существовавшемъ въ то время недостаткѣ теоретическихъ изслѣдованій въ данной области. По этому для подобныхъ случаевъ можно съ полной увѣренностью примѣнять способъ разсчета, предложенный Шведлеромъ.

Но бываютъ иногда случаи, когда не существуетъ никакой обрѣшетки, могущей увеличить устойчивость системы, какъ напр. при стеклянныхъ покрытіяхъ надъ выставками и т. п. или при металлической кровлѣ, свободно раздающейся подъ вліяніемъ перемѣнъ температуры. Сюда же относятся всѣ деревянныя фермы, гдѣ соединенія отдѣльныхъ частей не имѣютъ жесткости металлическихъ соединеній. Въ этихъ случаяхъ необходимъ болѣе подробный разсчетъ на одностороннюю нагрузку, приводимый ниже для фермъ, оканчивающихся вершиною (шпицемъ) или внутреннимъ жесткимъ кольцомъ; этимъ случаемъ можно ограничиться, такъ какъ фермы безъ вершины, уже разсмотрѣнныя нами, слѣдуетъ считать непрактичными вслѣдствіе весьма большой величины развивающихся въ нихъ напряженій.

III. Теорія разсчета фермъ съ вершиной и опорами, могущими двигаться въ одной плоскости.

Если можно какимъ либо путемъ математически доказать возможность существованія равновѣсія, то принимается, что это состояніе равновѣсія существуетъ и остается лишь рѣшить вопросъ — существуютъ ли еще какія либо иныя состоянія равновѣсія, что покажетъ статическую неопредѣленность системы. Этого не будетъ въ томъ случаѣ, если положеніе Фёппля — «число неизвѣстныхъ должно равняться числу уравненій» — имѣетъ мѣсто. Слѣдовательно, для разсчета какой либо системы существуетъ два условія:

1. Доказательство возможности равновѣсія и опредѣленіе соотвѣтствующихъ этому состоянію напряженій и
2. Согласіе съ вышеприведеннымъ положеніемъ Фёппля.

Какъ удовлетворить первому изъ этихъ условій — подробно показано ниже (глава IV, в). Въ дополненіе къ положенію Фёппля замѣтимъ, что значенія неизвѣстныхъ могутъ имѣть какую угодно величину, кромѣ мнимой или безконечной; слѣдовательно, нуль — не исключается. Тѣ усилія, которыя будутъ $= 0$, можно частью опредѣлить заранѣе, что сокращаетъ разсчетъ.

Сначала докажемъ вообще, что система съ вершиной будетъ статически опредѣленна, когда ея опорныя точки могутъ перемѣщаться лишь въ одной плоскости и что въ каждой опорной точкѣ дѣйствуютъ три силы.

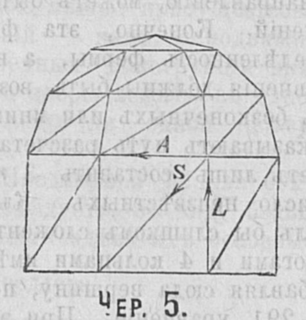
Далѣе, найдемъ, что эти три силы при дѣйствіи однѣхъ вертикальныхъ силъ — всѣ равны нулю, а при вліяніи горизонтальныхъ наружныхъ силъ — частью равны нулю.

Пусть планъ системы съ вершиной есть многоугольникъ произвольнаго числа сторонъ a и число колецъ $= r$, то число узловъ $= a \cdot r$, вершинъ — одна и окончательно число уравненій есть $3(ar + 1)$. Этому должно соотвѣтствовать число неизвѣстныхъ величинъ:

Число частей стропильныхъ ногъ есть	$a \cdot r$
» » колецъ	$a \cdot r$
» діагоналей	$a(r-1)$
Всего	$3 \cdot r \cdot a - a$,

слѣдовательно, недостаетъ еще $3(ar+1) - 3ra + a = a + 3$ неизвѣстныхъ. Изъ этого числа въ опорахъ, передвигающихся въ одной горизонтальной плоскости, дѣйствуетъ a вертикальныхъ силъ, слѣдовательно окончательно недостаетъ трехъ силъ. Эти послѣднія могутъ быть приложены различнымъ образомъ, что для практики существенно важно. Если, напр. (чер. 5) ферма поддерживается фахверковыми многогранными стѣнами, то эти три силы могутъ существовать въ трехъ раскосахъ какихъ-либо граней, причемъ остальныя стѣны или грани, сколько бы ихъ ни было, могутъ вовсе не имѣть раскосовъ. Если ферма поддерживается каменной кладкой, то упомянутыя три силы могутъ быть доставлены тремя радіальными направляющими.

Во всѣхъ случаяхъ внѣшнія усилія должны уравновѣшиваться съ $(a+3)$ силами, дѣйствующими въ опорахъ. Если внѣшнія силы и силы a въ опорахъ вертикальны, а остальныя три силы — гори-



Чер. 5.

зонтальны, то равновѣсіе будетъ лишь тогда, когда эти три силы $= 0$. Если внѣшнія усилія имѣютъ горизонтальныя составляющія, то и усилія въ опорахъ должны имѣть таковыя; если напр. ихъ равнодѣйствующая проходитъ черезъ какую либо точку опоры, въ которой приложена равная противуположная ей сила, то одного этого достаточно для равновѣсія и двѣ изъ упомянутыхъ выше силъ должны быть $= 0$.

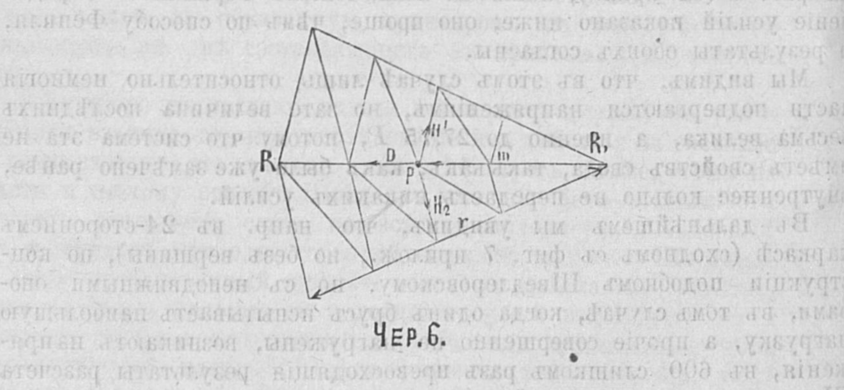
Если мы на мѣсто такой силы въ опорной точкѣ представимъ себѣ двѣ силы A и B въ направляющихъ (фиг. 17), пересѣкающихся на продолженіи этой силы, то обѣ такихъ силы точно также вызовутъ равнодѣйствіе и третья $= 0$. Напротивъ, если равнодѣйствующая имѣетъ какое либо направленіе W (фиг. 17), то она должна, для своего уравновѣшенія, образовать съ третьей направляющей D равнодѣйствующую, которая проходила бы черезъ точку пересѣченія силъ A и B.

Слѣдовательно, въ этомъ случаѣ необходимы всѣ три силы A, B и D.

На основаніи сказаннаго слѣдуетъ разсматривать порознь случай вертикальной и случай горизонтальной нагрузки, отдѣльно для пирамидальной и куполообразной конструкціи.

IVa. Приложеніе новой теоріи къ случаю вертикально дѣйствующей нагрузки для пирамидальныхъ покрытій съ вершиной и съ опорами, передвигающимися въ одной плоскости.

Въ данномъ случаѣ разсчетъ весьма простъ. Пусть чер. 6 представляетъ два поля какой либо пирамидальной кровли, гдѣ P — горизонтальная сила (нагрузка), приложенная въ узлѣ, общемъ для обоихъ полей. Тогда оба поля передадутъ общей опорной точкѣ горизонтальную силу $R = \frac{P \cdot m}{r}$, а вершинѣ — вертикальную $R_1 = \frac{P(r-m)}{r}$.



Чер. 6.

Для опредѣленія напряженій въ кольцахъ и діагоналяхъ разлагаемъ P на составляющія D — въ стропильной ногѣ и горизонтальныя H^1 и H^2—въ кольцѣ; изъ силы D часть передается опорѣ, а часть — вершинѣ, причемъ отношеніе между обѣими частями $= R : R_1$.

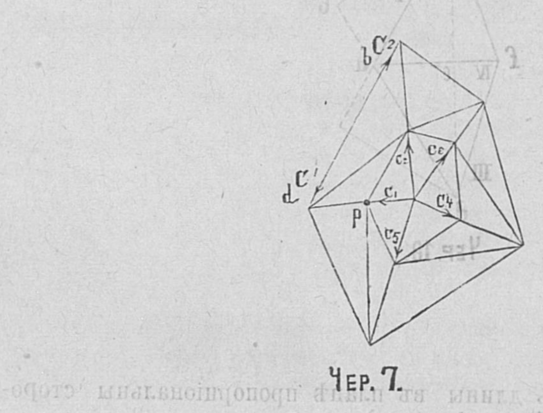
H^1 и H^2 по извѣстной уже теоріи передадутся въ обѣихъ плоскихъ фермахъ какъ опорѣ, такъ и вершинѣ, вызывая при этомъ напряженія въ кольцевыхъ частяхъ и діагоналяхъ обоихъ полей.

Вертикальная сила R_1 распредѣлится на всѣ стропильныя ноги и, если планъ имѣетъ видъ правильнаго многоугольника, то каждая

нога, при равновѣсіи системы, получитъ одну и ту же величину составляющей R_1; если число сторонъ многоугольника $= a$, то каждой опорѣ передается вертикальное давленіе $\frac{R_1}{a}$, а при R—вертикальная сила $R + \frac{R_1}{a}$.

Если планъ представляется въ видѣ неправильнаго многоугольника, то ссставляющія R_1, обозначенныя на чер. 7 черезъ C, C_2, C_3... будутъ не равны между собою. Эти составляющія вызовутъ въ опорахъ вертикальныя усилія и напряженія кольца, причемъ послѣднія въ случаѣ равновѣсія должны быть равны и взаимно противуположны въ каждой части кольца.

Такъ напр. въ чер. 7 кольцевыя напряженія dC_1 и bC_2 въ одномъ изъ брусьевъ кольца должны быть равны между собою, для выраженія чего мы можемъ написать столько уравненій, сколько въ данномъ многоугольникѣ сторонъ, т. е. кольцевыхъ усилій C и рѣшить эти уравненія между собою; величины d и b получатся изъ размѣровъ системы и не зависятъ отъ величины P.



Чер. 7.

Однако мы найдемъ, какъ показано будетъ ниже на численномъ примѣрѣ, что силы C удовлетворяютъ этимъ условіямъ при всякой величинѣ, если только опредѣлены разности между ними. Слѣдовательно, для ихъ опредѣленія необходимо еще одно уравненіе, выражающее условіе равновѣсія между силами C и R, т. е. $R_1 = \Sigma C_n \, Sin \alpha_n$, гдѣ α_n есть уголъ, составляемый каждою изъ силъ C съ горизонтомъ.

Слѣдовательно, въ произвольной пирамидальной фермѣ отдѣльный сосредоточенный грузъ вызываетъ напряженія во всѣхъ стропильныхъ ногахъ и во всѣхъ частяхъ нижняго кольца, а изъ прочихъ частей колецъ и діагоналей — лишь находящіяся въ смежныхъ съ грузомъ поляхъ.

Какъ скоро величина P и длина частей системы даны, можно по вышесказанному найти всѣ напряженія; при этомъ слѣдуетъ пользоваться приводимымъ ниже сокращеннымъ способомъ разложенія на составляющія.

IV b. Случай вертикальной нагрузки для купольныхъ покрытій съ вершиной и съ пятами, движущимися въ одной плоскости.

Разлагаемъ сперва внѣшнее усиліе P, приложенное въ узловой точкѣ, на составляющія a и b въ стропильныхъ ногахъ. Составляющая, направленная къ вершинѣ, напр. a, передается кратчайшимъ путемъ этой вершинѣ, а возникающія при этомъ боковыя составляющія, равно какъ и сила b — передаются ближайшимъ опорамъ. Результатомъ этого будутъ силы s въ брусьяхъ вершины и S въ опорахъ.

Для силъ s предполагаемъ другія, неизвѣстныя еще силы C въ брусьяхъ вершины, имѣющія общую съ силами s равнодѣйствующую, т. е. какъ бы вызванныя этой послѣдней. Силы C должны быть избраны такъ, чтобы онѣ опять кратчайшимъ путемъ передавались къ опорамъ, гдѣ онѣ разлагаются на составляющія, которыя должны уравновѣшиваться съ предыдущими.

Разложеніе это можетъ быть сдѣлано и иначе, а именно разложить внѣшнія усилія, какъ въ способѣ Фёппля, исключительно на составляющія, ведущія къ ближайшимъ опорамъ, и затѣмъ уже принять за неизвѣстныя напряженія въ вершинныхъ брусьяхъ, составляющія которыхъ въ опорахъ уравновѣсятся съ предыдущими.

Результаты обоихъ пріемовъ одни и тѣ же, но первый способъ нагляднѣе и потому принятъ въ большей части послѣдующихъ вычисленій. При этомъ предполагается, что число вершинныхъ брусьевъ равно числу опоръ; исключенія будутъ разобраны въ концѣ.

Коль скоро величина P и масштабъ системы даны, то всѣ вышеуказанныя составляющія могутъ быть опредѣлены графически или аналитически, за исключеніемъ силъ C въ вершинныхъ брусьяхъ. Послѣднія же опредѣляются тѣмъ условіемъ, чтобы ихъ составляющія въ пятахъ уравновѣшивались съ предыдущими составляющими. Другими словами, силы C выбираются такимъ образомъ, чтобы онѣ уравновѣшивались съ внѣшними усиліями и чтобы это равновѣсіе опредѣлялось уравненіями, относящимися къ опорамъ. Для этого достаточно лишь одного уравненія для каждой опоры, которое бы выражало, что усилія въ каждомъ звенѣ нижняго кольца взаимно уравновѣшиваются, такъ какъ величина существующей въ каждой опорѣ вертикальной силы на условія равновѣсія не вліяетъ, потому что какъ бы она велика ни была, она все равно поглотится сопротивленіемъ опоры. Поэтому надо написать столько уравненій, сколько опорныхъ точекъ и неизвѣстныхъ силъ C (при равенствѣ обоихъ чиселъ, что обыкновенно и бываетъ) и затѣмъ рѣшить ихъ. Такъ напр., для 24-угольника съ произвольнымъ числомъ колецъ надо имѣть 24 уравненія; если же односторонняя нагрузка имѣетъ ось симметріи (напр. давленіе вѣтра), то число уравненій можетъ быть уменьшено вдвое. Далѣе мы увидимъ, что можно на практикѣ ограничиться лишь семью уравненіями—вмѣсто 291-го уравненія, какъ мы указывали въ началѣ (даже въ случаѣ существованія оси симметріи число уравненій было бы (146) слишкомъ велико).

Разложеніе силъ.

Прежде чѣмъ написать вышеупомянутыя уравненія, слѣдуетъ разложить сначала силы P и C. Для этого Фёппль пользуется графостатическимъ методомъ, изображая расположеніе силъ въ пространствѣ—въ двухъ проекціяхъ. Предлагаемый нами способъ, будучи проще, основанъ на слѣдующихъ положеніяхъ статики:

1) Если изобразить силы по величинѣ и направленію посредствомъ прямыхъ, то изъ трехъ взаимно уравновѣшивающихся силъ, приложенныхъ къ одной точкѣ и лежащихъ въ одной плоскости, можно образовать треугольникъ, не мѣняя ни величины ихъ, ни направленія.

2) Проекція треугольника всегда есть треугольникъ, за исключеніемъ того случая, когда онъ обращается въ прямую линію.

Если мы воспользуемся для разложенія силъ горизонтальной проекціей системы, то есть ея планомъ, то изъ 2-го слѣдуетъ, что всякія три силы, удовлетворяющія 1-му положенію, и въ этой проекціи образуютъ треугольникъ; для треугольниковъ же, проектирующихся въ видѣ прямой линіи, т. е. для силъ, расположенныхъ въ вертикальныхъ плоскостяхъ стропилъ, можно будетъ прибѣгнуть къ вспомогательнымъ проекціямъ. Слѣдовательно, для всѣхъ разложеній достаточно будетъ одного плана и нѣсколькихъ вспомогательныхъ разрѣзовъ. Въ особомъ планѣ для силъ нѣтъ надобности, такъ какъ легко убѣдиться, что онъ, послѣ нѣсколькихъ вспомогательныхъ линій, тождественъ съ планомъ самой фермы, такъ что при правильности многоугольнаго основанія достаточно измѣрить точныя длины одного поля въ планѣ (фиг. 2 прил.) и кромѣ того начертить или вычислить нѣкоторыя величины для вертикальнаго разрѣза одной стропильной ноги съ прилегающими діагоналями, чтобы имѣть всѣ данныя для полнаго разложенія всѣхъ силъ.

Это разложеніе производится на планѣ, причемъ дѣйствительныя величины силъ будутъ также относиться къ найденнымъ, какъ дѣйствительныя длины соотв частей фермы къ ихъ горизонтальнымъ проекціямъ.

Эти отношенія обозначены на фиг. 2 прил. цифрами въ скобкахъ. Здѣсь же замѣтимъ, что чертежъ вовсе не долженъ быть особенно точенъ, лишь бы написанныя возлѣ линій цифры были вѣрны. Если же дѣлается очень точный чертежъ, то длины могутъ быть получены и графически, если только линіи не пересѣкаются подъ слишкомъ острыми углами. Поэтому всего цѣлесообразнѣе пользоваться обоими способами—вычисленіемъ и вычерчиваніемъ, смотря гдѣ что удобнѣе. Далѣе, вычисленія весьма упрощаются, если въ каждой отдѣльной трапеціи предположить по двѣ жесткихъ діагонали и лишь впослѣдствіи точно опредѣлить напряженія при существованіи лишь одной діагонали.

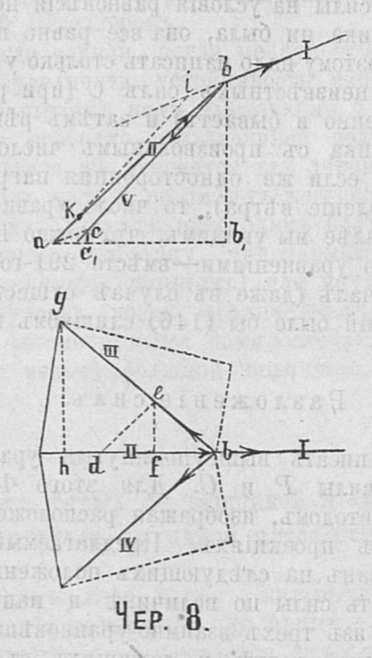
А именно, извѣстно, что если изъ двухъ діагоналей какой-либо трапеціи выпустить одну, или же замѣнить одну діагональ другую, то измѣнятся усилія въ сторонахъ только этой одной трапеціи, безъ вліянія на остальныя.

Если предположить двѣ жесткихъ діагонали, то въ среднихъ кольцахъ не получается никакихъ напряженій, почему ихъ можно сначала оставить безъ вниманія.

Постараемся объяснить все, нами сказанное, причемъ сначала разсмотримъ лишь случай правильнаго многоугольнаго основанія.

Задачи, все время представляющіяся при разложеніи силъ, можно раздѣлить на слѣдующіе три рода:

1) Сила I въ части стропильной ноги (чер. 8 разр. и пл.) должна быть разложена на силу II также въ части ноги и на силы III и IV въ обѣихъ діагоналяхъ. Представимъ себѣ на вертикальной проекціи плоскость въ разрѣзѣ, проходящую черезъ III и IV, и разлагаемъ данную силу I (см. разр.) на II и V. Проводимъ ac параллельно I, тогда треугольникъ abc подобенъ искомому треугольнику силъ и его стороны относятся между собою какъ соотв. силы. Далѣе, такъ какъ

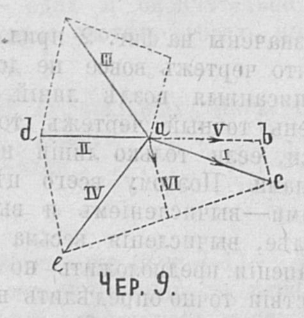

Чер. 8.

вычисленіе будетъ производиться на основаніи размѣровъ въ планѣ, то чертимъ или вычисляемъ проекціи ac_1 и ab_1, имъ пропорціональныя. Чтобы получить графически длины соотв. силамъ II и V, продолжаемъ линію I до i и проводимъ ik параллельно V, тогда kb и ki будутъ соотвѣтствовать силамъ II и V. Но сила V взята нами лишь для вспомогательнаго чертежа и должна быть разложена на III и IV. Для этого откладываемъ длину ея горизонтальной проекціи bd на планѣ (если разсчетъ ведется аналитически, то нѣтъ надобности вычерчивать ее точно) и разлагаемъ на III и IV. Для этого проводимъ de параллельно IV, тогда треугольникъ deb будетъ треугольникомъ силъ для гориз. проекцій силъ V, IV и III, причемъ при правильности основанія, III=IV.

Проведя вертикальныя ef и gh найдемъ $eb : bf = gb : hb$ или, производя вычисленія лишь съ показанными на фиг. 6 прил.—цифрами: проекціи силъ I, II и V въ планѣ относятся какъ $ac_1 : ab : c_1b_1$, а проекція силы V къ проекціямъ III и IV какъ $2bh : gb$.

Слѣдовательно, если сила I дана, то II, III и IV могутъ быть опредѣлены по даннымъ въ планѣ длинамъ посредствомъ простаго вычисленія, или графически.

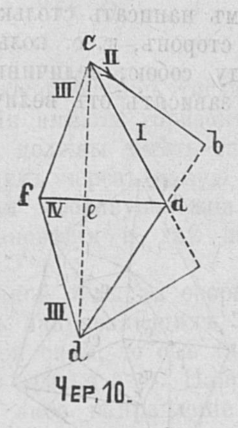
2) Діагональная сила I (чер. 9) должна быть разложена на II, III и IV.


Чер. 9.

Представимъ сперва, что сила I разлагается на усиліе V въ ногѣ и VI въ кольцѣ. Гориз. проекціи этихъ силъ пропорціональны сторонамъ треугольника abc, представленнаго въ планѣ на фиг. 2 прил. V разлагаемъ, какъ было показано выше. VI находится въ одной плоскости съ I и IV, слѣдовательно прямо можетъ быть разложена на II и IV и стороны треугольника ade дадутъ взаимныя отношенія силъ.

3) По способу 1 и 2 силы разлагаются по кратчайшему направленію къ опорамъ, гдѣ получаются ихъ составляющія въ ногахъ и діагоналяхъ, которыя вновь могутъ быть разложены на вертикальныя и кольцевыя силы. Какъ уже указывалось, первыя не нужны для дальнѣйшаго и дѣло идетъ исключительно о послѣднихъ. Однако для написанія уравненій гораздо удобнѣе имѣть въ опорахъ лишь горизонтальныя, радіальныя силы, на которыя можно разложить предыдущія, если только основаніе есть правильный многоугольникъ и нагрузки исключительно вертикальны.

Усилія въ ногахъ легко разложить на вертикальныя силы въ опорахъ и на упомянутыя радіальныя силы. Діагональная сила I на чер. 10 сначала разлагается на составляющія въ ногѣ II и въ


Чер. 10.

кольцѣ III, причемъ ихъ длины въ планѣ пропорціональны сторонамъ треугольника abc (фиг. 2 прил.).

Кольцевыя усилія III при правильномъ планѣ всегда симметричны относительно соотв. опорныхъ точекъ, т. е. одинаковы по величинѣ по обѣ стороны каждой опоры и III : $\frac{IV}{2} = cf : ef$; послѣднія длины также показаны на вышеупомянутой фиг.; IV же и II и суть искомыя горизонтальныя радіальныя силы для I.

При планахъ въ видѣ правильнаго многоугольника иныхъ рѣшеній не можетъ быть, относительно же неправильныхъ плановъ помѣщено дополненіе въ концѣ этого отдѣла.

По вышесказанному, легче опредѣлить напряженія для системы безъ вершины, чѣмъ для имѣющей таковую. Разница въ напряженіяхъ въ обѣихъ системахъ всего яснѣе изъ вычисленій для одного сосредоточеннаго груза. На фиг. 1—6 прил. помѣщены поэтому двѣ такихъ системы одинаковыхъ размѣровъ съ одинаковой нагрузкой $P=1$ въ томъ же узлѣ и съ обозначеніемъ вызываемыхъ ею напряженій—на фиг. 5 въ системѣ съ вершиной и на фиг. 6—безъ таковой. Ширина брусьевъ соотвѣтствуетъ ихъ напряженіямъ. Разсчетъ для фиг. 6 сдѣланъ описаннымъ нами образомъ и поэтому объ немъ нечего болѣе говорить; фиг. 1—5 прил. требуютъ поясненія.

А. Опредѣленіе напряженій, вызываемыхъ однимъ сосредоточеннымъ грузомъ $P=1$ въ купольной фермѣ съ вершиной. (фиг. 1—5 прил.)

На фиг. 3 сила P разложена по способу, указанному выше подъ 1, 2 и 3, причемъ усиліе въ замкѣ и въ ближайшемъ брусѣ стропильной ноги въ горизонтальной проекціи равно $s=S=4,_5\ P$, въ средней опорной точкѣ—2,347 S, въ другихъ двухъ опорахъ—0,777 S. Покажемъ для примѣра, какимъ образомъ получены эти цифры.

P разлагается на двѣ силы I и II, соотв. треугольникъ силъ подобенъ abc (фиг. 1), слѣдовательно горизонтальная составляющія (проекціи) силъ I и II $=4,5\ P$ или $=S$, каковую величину и принимаемъ въ дальнѣйшемъ за единицу, для большаго удобства. Сила II съ горизонтальной составляющей $=$ S разлагается на III и IV, $\Delta\ cde$ подобенъ соотв. многоугольнику силъ, стало быть горизонтальная составляющая силы IV $= \frac{S.\ 4,50}{2,332} = 1,930\ S$, а силы

$\text{III} = \dfrac{S.\,2,168}{2,332} = 0,930\ S$; III должна быть разложена на равныя между собою силы V и V_1. По вышесказанному и на основаніи плана фиг. 3 прил., горизонтальная составляющая силы III относится къ гориз. составл. силы V какъ $2\ fc : cg$ или (см. фиг. 2 прил.) какъ $2.\ 2,691 : 7,268$, слѣдовательно гориз. составляющая силы $V = \dfrac{0,930\ S.\ 7,268}{2.\ 2,691} = 1,255\ S$. Сила V разлагается на составляющія VI и VII, отношеніе ихъ горизонтальныхъ проекцій опредѣляется треугольникомъ cgi и, на основаніи чертежа, равно $= 7,268 : 4,50 : 4,658$; слѣдовательно горизонтальная составляющая силы $\text{VI} = \dfrac{1,255\ S.\ 4,50}{7,268} = 0,777\ S$, а таковая же силы $\text{VII} = \dfrac{1,255\ S.\ 4,658}{7,268} = 0,803\ S$.

Силы VII симметрически встрѣчаются въ точкѣ e, ихъ горизонтальныя составляющія равны и даютъ въ этой точкѣ радіальную горизонтальную силу $= \dfrac{2.\ 0,803\ S.\ 1,809}{6,988} = 0,417\ S$. Къ этому присоединяется, какъ сказано выше, 1,93 S, что даетъ въ сложности 2,347 S.

Такимъ же образомъ сдѣлано на фиг. 4 прил. разложеніе силы всякаго вершиннаго бруса. Вполнѣ понятно, что всѣ эти усилія имѣютъ ось симметріи и поэтому достаточно вычислить ихъ лишь по одну сторону этой оси.

Если C—горизонтальная составляющая силы въ замкѣ, то ея радіальныя горизонт. составляющія въ опорахъ будутъ $9,608\ C$, $5,528\ C$ и $0,967\ C$.

Сила C разлагается всего удобнѣе (фиг. 4), если ее сперва разложить на A, B и D и, найдя для послѣднихъ составляющія, сложить ихъ.

Составляющія силъ A и B пропорціональны вычисленнымъ выше составляющимъ II, что весьма упрощаетъ разсчетъ.

На фиг. 5 прил. дано обозначеніе опорныхъ точекъ и силъ C.

Если существуетъ равновѣсіе, то радіальныя горизонтальныя составляющія силъ въ вершинѣ будутъ между собою, а также и съ составляющими силы P образовать одинаковую для всѣхъ опоръ силу, которую обозначимъ черезъ G. Тогда по вышесказанному, принимая во вниманіе симметричное расположеніе усилій относительно груза P, имѣемъ слѣдующее:

Въ опорѣ 0, $G = 2,347\ S - 9,608\ C_0 + 2.\ 5,528\ C_1 - 2.\ 0,967\ C_2$

» » 1, $G = -0,777\ S - 9,608\ C_1 + 5,528\ (C_0 + C_2) - 0,967\ (C_1 + C_3)$

» » 2, $G = -9,608\ C_2 + 5,528\ (C_1 + C_3) - 0,967\ (C_0 + C_4)$

» » 3, $G = -9,608\ C_3 + 5,528\ (C_2 + C_4) - 0,967\ (C_1 + C_5)$

» » 4, $G = -9,608\ C_4 + 5,528\ (C_3 + C_5) - 0,967\ (C_2 + C_6)$

» » 5, $G = -9,608\ C_5 + 5,528\ (C_4 + C_6) - 0,967\ (C_3 + C_5)$

» » 6, $G = -9,608\ C_6 + 2.\ 5,528\ C_5 - 2.\ 0,967\ C_4$

Здѣсь семь уравненій съ 8 неизвѣстными, но одну изъ нихъ, именно G, можно уничтожить, вычитая каждое уравненіе изъ предыдущаго и вводя разности величинъ C, напр. $C_0 - C_1 = c_1$, $C_1 - C_2 = c_2$ и вообще $C_n - C_{n+1} = c_{n+1}$.

Располагая отдѣльные члены по порядку $c_1, c_2, c_3 \ldots$, получимъ слѣдующія 6 уравненій съ 6 неизвѣстными:

1) $3,124\ S - 15,136\ c_1 + 6,495\ c_2 - 0,967\ c_3 = 0$

2) $-0,777\ S + 6,495\ c_1 - 9,608\ c_2 + 5,528\ c_3 - 0,967\ c_4 = 0$

3) $-0,967\ c_1 + 5,528\ c_2 - 9,608\ c_3 + 5,528\ c_4 - 0,967\ c_5 = 0$

4) $-0,967\ c_2 + 5,528\ c_3 - 9,608\ c_4 + 5,528\ c_5 - 0,967\ c_6 = 0$

5) $-0,967\ c_3 + 5,528\ c_4 - 9,608\ c_5 + 6,495\ c_6 = 0$

6) $-0,967\ c_4 + 6,495\ c_5 - 15,136\ c_6 = 0$

Изъ 1, 2 и 3 соотв. получимъ:

7) $c_1 = 0,2064\ S + 0,4291\ c_2 - 0,0639\ c_3$;

8) $c_1 = 0,1196\ S + 1,4793\ c_2 - 0,8511\ c_3 + 0,1489\ c_4$;

9) $c_1 = 5,7166\ c_2 - 9,9359\ c_3 + 5,7166\ c_4 - c_5$.

Вычитая ур. 8 изъ 7 и 9 изъ 8 и рѣшая по c_2:

10) $c_2 = 0,0827\ S + 0,7496 c_3 - 0,1418\ c_4$;

11) $c_2 = 0,0282\ S + 2,1440 c_3 - 1,3140 c_4 + 0,2360 c_5$;

Изъ ур. 4 получимъ:

12) $c_2 = 5,7166\ c_3 - 9,9359\ c_4 + 5,7166\ c_5 - c_6$.

Вычитая ур. 11 изъ 10 и 12 изъ 11 и рѣшая по c_3:

13) $c_3 = 0,0391\ S + 0,8406\ c_4 - 0,1690\ c_5$;

14) $c_3 = 0,0079\ S + 2,4134\ c_4 - 1,5341\ c_5 + 0,2796\ c_6$.

Изъ ур. 5 получимъ:

15) $c_3 = 5,7166\ c_4 - 9,9359\ c_5 + 6,7166\ c_6$.

Вычитая ур. 14 изъ 13 и ур. 15 изъ 14 и рѣшая по c_4:

16) $c_4 = 0,0198\ S + 0,8679\ c_5 - 0,1777\ c_6$;

17) $c_4 = 0,024\ S + 2,5435\ c_5 - 1,9487\ c_6$.

Ур. 6 дастъ:

18) $c_4 = 6,7166\ c_5 - 15,6525\ c_6$.

Такимъ же способомъ найдемъ:

19) $c_5 = 0,0104\ S + 1,0569\ c_6$;

20) $c_5 = 0,0006\ S + 3,2338\ c_6$, и наконецъ

$c_6 = 0,005\ S$.

Подставляя величину c_6 въ ур. 19 или 20, опредѣлимъ c_5; подставивъ обѣ найденныя величины въ ур. 16, 17 или 18, найдемъ c_4 и т. д., причемъ найденныя величины будутъ: $c_1 = 0,256$, $c_2 = 0,125$, $c_3 = 0,063$, $c_4 = 0,032$, $c_5 = 0,015$ и $c_6 = 0,005$.

Если силы въ вершинѣ вызываются составляющею силы P, то горизонтальная проекція этой составляющей должна быть равна суммѣ горизонтальныхъ проекцій силъ въ вершинѣ; или, обозначая черезъ α уголъ между горизонтомъ и брусьями вершины, $S\ tg\alpha = \Sigma\ C_n\ tg\alpha$ или $S = \Sigma\ C_n$, т. е. $C = 12\ c_0 - 11\ c_1 - 9\ c_2 - 7\ c_3 - 5\ c_4 - 3\ c_5 - c_6$.

Подставляя значенія c_1, $c_2 \ldots$, имѣемъ: $S = 12\ C_0 - (2,816 + 1,125 + 0,441 + 0,160 + 0,045 + 0,005)\ S$ или $C_0 = 0,466\ S$, $C_1 = 0,210\ S$, $C_2 = 0,085\ S$, $C_3 = 0,022\ S$, $C_4 = -0,010\ S$, $C_5 = -0,025\ S$, $C_6 = -0,030\ S$. Выводя поэтому изъ первыхъ уравненій величину G, найдемъ ее $= 0,025\ S$. Понятно, что послѣдній десятичный знакъ этихъ чиселъ не можетъ быть абсолютно точенъ.

Далѣе, самыя силы C и ихъ разности имѣютъ наибольшую величину близь P и, по мѣрѣ удаленія, значительно уменьшаются, и какъ показываетъ фиг. 5 прил; это же относится и ко всѣмъ остальнымъ усиліямъ; такъ какъ практическое примѣненіе имѣетъ лишь величины бóльшихъ напряженій, то слѣдовательно на практикѣ достаточно ограничиться опредѣленіемъ напряженій близь груза P. Здѣсь же опредѣлены всѣ силы, для лучшаго уясненія ихъ взаимной связи.

Могутъ указать на то, что состояніе равновѣсія требуетъ исполненія трехъ уравненій въ каждонъ узлѣ и что неизвѣстно, удовлетворяется-ли это большое количество уравненій немногими, приведенными выше.

Но вѣдь прежде написанія этихъ послѣднихъ уравненій нами опредѣлены разложеніемъ силъ постоянныя, удовлетворяющія сказаннымъ уравненіямъ, такъ какъ по требованіямъ разложенія составляющія, найденныя для силъ P и C должны съ ними уравновѣшиваться и поэтому, если провѣрить въ этомъ отношеніи любой узелъ, подставляя найденныя величины, то найдемъ, что всѣ уравненія удовлетворяются — съ возможной, какъ мы уже указывали, неточностью въ послѣднихъ десятичныхъ знакахъ.

Нижеслѣдующая таблица заключаетъ въ первой строкѣ значенія составляющихъ силы $C_n = 1$, въ слѣдующихъ — составляющія отъ силъ $C_0 - C_6$, равныя ихъ произведенія на цифры перваго ряда.

Силы въ вершинѣ.		Составляющія въ строп. ногахъ.				Составляющія въ діагоналяхъ.			Сост. въ нижн. кольцѣ.	
C_n =	1	+ 2,821	+ 5,445	— 2,816	— 1,542	— 3,540	+ 2,231	+ 1,561	— 0,999	+ 1,266
C_0 =	+ 0,466	+ 1,315	+ 2,537	— 1,312	— 0,719	— 1,650	+ 1,040	+ 0,727	— 0,466	+ 0,590
C_1 =	+ 0,210	+ 0,592	+ 1,143	— 0,591	— 0,324	— 0,743	+ 0,469	+ 0,328	— 0,210	+ 0,266
C_2 =	+ 0,085	+ 0,240	+ 0,463	— 0,239	— 0,131	— 0,301	+ 0,190	+ 0,133	— 0,085	+ 0,108
C_3 =	+ 0,022	+ 0,062	+ 0,120	— 0,062	— 0,034	— 0,078	+ 0,049	+ 0,034	— 0,022	+ 0,028
C_4 =	— 0,010	— 0,028	— 0,054	+ 0,028	+ 0,015	+ 0,035	— 0,022	— 0,016	+ 0,010	— 0,013
C_5 =	— 0,025	— 0,071	— 0,136	+ 0,070	+ 0,039	+ 0,088	— 0,056	— 0,039	+ 0,025	— 0,032
C_6 =	— 0,030	— 0,085	— 0,163	+ 0,084	+ 0,046	+ 0,106	— 0,067	— 0,047	+ 0,030	— 0,038

Цифры отъ второй до восьмой строки выписаны на фиг. 9 прил. Такъ какъ предполагается, что діагонали подвержены лишь вытягиванію и что въ каждомъ полѣ напряжена лишь одна діагональ, то половину всѣхъ діагоналей слѣдуетъ пропустить. Поэтому силы дѣйствующія на обѣ діагонали каждой трапеціи сложены и суммы выписаны на той же фиг. 9 прил. на соотв. діагоналяхъ. Напряженія пропускаемыхъ діагоналей обозначены въ скобкахъ.

Какъ уже было замѣчено, черезъ отбрасываніе одной изъ діагоналей возникаютъ усилія въ частяхъ ногъ и колецъ лишь одной соотвѣтствующей трапеціи, безъ вліянія на остальныя.

Если, напр., пропущены діагонали, обозначенныя a и b на черт. 11, то можно опредѣлить величину усилій, вызываемыхъ этимъ



Чер. 11.

въ кольцахъ и стропилахъ. При этомъ напомнимъ, что если обѣ діагонали одной трапеціи подвергаются вытягиванію, то вышеприведенное распредѣленіе силъ не можетъ быть доказано съ точностью, такъ какъ здѣсь является статически неопредѣленный случай, что впрочемъ не важно для практики. Если же желаютъ избѣжать этой неопредѣленности, то слѣдуетъ ставить въ каждомъ полѣ лишь по одной діагонали.

Наконецъ, для нижняго кольца составляющія силъ, дѣйствующихъ въ опорныхъ точкахъ, будутъ $G = 0{,}025\ S$ вообще $= \dfrac{0{,}025.\ 6{,}988}{2.\ 1{,}809} = 0{,}048$, что и обозначено на фиг. 9 прил.; подчеркнутыя цифры обозначаютъ суммы всѣхъ величинъ горизонтальныхъ составляющихъ всѣхъ отдѣльныхъ частей фермы. Такъ какъ за единицу принято S, то чтобы выразить ихъ относительно P слѣдуетъ ихъ умножить на $S = 4{,}5\ P$, а чтобы получить дѣйствительныя величины усилій, соотвѣтствующихъ этимъ горизонтальнымъ ихъ проекціямъ ихъ слѣдуетъ умножить на соотв. величины отношеній, обозначенныя на фиг. 2 прил.

Сравнивая эти результаты съ найденными на фиг. 6 прил. для системы безъ вершины, съ неподвижными опорами, найдемъ, что въ послѣдней наибольшее усиліе $= 25{,}75\ P$, тогда какъ въ первой лишь $4{,}01\ P$, т. е. меньше чѣмъ $\dfrac{1}{6}$, что и показываетъ чрезвычайно благопріятное вліяніе вершины на распредѣленіе усилій.

Умѣя найти по вышесказанному усилія, вызываемыя каждымъ отдѣльнымъ грузомъ, мы можемъ найти ихъ и для всякой односторонней нагрузки, разсматривая ее, какъ состоящую изъ отдѣльныхъ грузовъ.

Найдя усилія, вызываемыя отдѣльнымъ грузомъ P, приложеннымъ въ узлѣ какого-либо кольца, найдемъ и усилія, вызываемыя нагрузкою P_1, другого узла того же кольца умноживъ первыя на $\dfrac{P_1}{P}$.

Поэтому полный, нами приведенный разсчетъ приходится сдѣлать по одному разу для каждаго кольца, послѣ чего остается сложить всѣ усилія, дѣйствующія на каждый брусъ. Однако этотъ пріемъ требуетъ много времени и иногда, какъ напр. при изслѣдованіи давленія вѣтра или снѣга, можно употребить нижеслѣдующій, болѣе короткій способъ. Для примѣра воспользуемся конструкціей, подобной Шведлеровской, состоящей изъ двадцатичетырехугольника и 4-хъ колецъ (фиг. 7 и 8 прил.).

B. Опредѣленіе напряженій, вызываемыхъ вертикальной нагрузкой вслѣдствіе односторонняго давленія снѣга и вѣтра въ купольной фермѣ съ вершиной.

Въ вычисленіяхъ Шведлера нагрузка принимается такимъ образомъ, чтобы половина кровли была нагружена до наибольшей величины, а другая половина—вовсе разгружена (за исключеніемъ собств. вѣса).

Безъ сомнѣнія, приближенный способъ разсчета на одностороннюю нагрузку вызвалъ такое предположеніе, столь невыгодное въ сравненіи съ дѣйствительностью, такъ какъ оно можетъ осуществиться лишь на шатровой крышѣ.

Въ куполѣ же, гдѣ наклонъ полей измѣняется постепенно, также постепенно уменьшаются давленіе вѣтра и наслоеніе снѣга. Проще всего было бы предположить, что это уменьшеніе одинаково для каждаго поля, простирающагося отъ вершины до опоръ; однако такое предположеніе было бы опять уже слишкомъ благопріятно, такъ какъ практика не подтверждаетъ его дѣйствительности. Поэтому избираемъ другое предположеніе, болѣе близкое къ дѣйствительности и столь же простое, а именно—что два поля испытываютъ наибольшую нагрузку, а два имъ противуположные—вовсе разгружены (за искл. собств. вѣса). Промежуточныя же поля попарно подвергаются постепенно уменьшающейся нагрузкѣ. Слѣдовательно, если при n сторонахъ основанія наиболѣе нагруженная стропильная нога испытываетъ давленіе p на 1 кв. м поверхности, то смежныя ноги по обѣ стороны испытываютъ давленіе $p\left[1-\dfrac{1}{n}\right]$ слѣдующія $-p\left[1-\dfrac{2}{n}\right]$, $p\left[1-\dfrac{3}{n}\right]$ ...... до $p\left[1-\dfrac{n}{n}\right]$, т. е. послѣдняя, противоположная первой нога не нагружена вовсе.

Предположеніе это даетъ возможность весьма ограничить число потребныхъ уравненій, причемъ однако видно, что такое ограниченіе возможно и при предположеніи Шведлера. Конечно, справедливость предлагаемаго нами предположенія можетъ оспариваться, но до тѣхъ поръ, пока не будутъ согласоваться мнѣнія относительно того, измѣняется ли давленіе вѣтра на плоскость пропорціонально углу или-же его второй степени (что теоретически вѣрно) и пока не будетъ точно опредѣленъ характеръ наслоенія снѣга, до тѣхъ поръ мы можемъ держаться этого предположенія съ увѣренностью, что оно не слишкомъ благопріятно относительно дѣйствительности. Въ самомъ дѣлѣ, мы принимаемъ прежде всего, что оба первыхъ другъ другу противуположныхъ поля, цѣликомъ подвергаются наибольшей и (соотв.) наименьшей нагрузкамъ, тогда какъ и здѣсь въ дѣйствительности будетъ постепенный переходъ. Избранная нами для численнаго примѣра ферма на 24-угольникѣ имѣетъ 4 кольца, діаметръ круга опоръ = 24 метр., діаметры круговъ колецъ—4,5, 9 и 13,5 метр. Высота—6 метр., узловыя точки стропилъ расположены по такой кривой, что при равномѣрномъ распредѣленіи нагрузки по плану, стропила одни поддерживаютъ ее и передаютъ напряженіе нижнему кольцу безъ участія промежуточныхъ колецъ и діагоналей. Вершинныя брусья горизонтальны, такъ какъ при подобномъ устройствѣ они могутъ быть замѣнены внутреннимъ плоскимъ кольцомъ, о чемъ подробно будетъ сказано ниже. При этомъ вершина будетъ, строго говоря, состоять изъ плоскости, такъ что вмѣсто трехъ уравненій останется лишь два и одна неизвѣстная (одинъ изъ вершинныхъ брусьевъ) должна быть пропущена. Однако мы предположимъ, что вершинныя брусья образуютъ съ горизонтомъ весьма малый уголъ da, что обыкновенно и бываетъ; при опредѣленіи-же числа брусьевъ внутренняго жесткаго кольца положимъ $da = 0$.

Согласно Шведлеру, наибольшую временную нагрузку можно принимать въ 100 килогр. на 1 кв. метръ плана. На фиг. 7 прил. изображено сѣченіе, а на фиг. 8 горизонтальныя проекціи брусьевъ одного поля и въ скобкахъ обозначены отношенія длины этихъ проекцій къ дѣйствительной длинѣ брусьевъ. Такъ какъ здѣсь каждая нога нагружена такимъ образомъ, что отдѣльные грузы могутъ быть разложены на составляющія по направленію ногъ, то здѣсь нѣтъ необходимости въ пріемѣ разложенія, показанномъ на стр. 10; мы уже напередъ знаемъ, что въ этомъ случаѣ каждая нога производитъ какъ въ вершинѣ, такъ и у опоры распоръ, котораго горизонтальныя составляющія равныя въ обоихъ случаяхъ, обозначимъ черезъ H.

Пусть наиболѣе нагруженная нога будетъ № 0, тогда для нея $H = S$, для слѣдующаго № $1 = \dfrac{11}{12}S$, дальше—для №№ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 и 12—соотв. $\dfrac{10}{12}S, \dfrac{9}{12}S, \dfrac{8}{12}S, \dfrac{7}{12}S, \dfrac{6}{12}S, \dfrac{5}{12}S, \dfrac{4}{12}S, \dfrac{3}{12}S, \dfrac{2}{12}S, \dfrac{1}{12}S$, 0S.

Ноги, лежащія вправо отъ № 0, будутъ въ однихъ условіяхъ съ симметричными имъ ногами лѣвой стороны. Вмѣсто этихъ вершинныхъ силъ слѣдуетъ подставить иныя, обозначенныя выше черезъ Cn, которыя имѣютъ общую съ ними равнодѣйствующую и горизонтальныя составляющія которыхъ уравновѣшиваются въ опорахъ

съ горизонтальными составляющими самихъ силъ (распоровъ) въ стропилахъ $S, \frac{11}{12}S, \frac{10}{12}S$ . . . т. е. имѣютъ одинаковыя съ ними радіальныя горизонт. составляющія G. Разложеніе силъ Cn на составляющія опять производится описаннымъ выше образомъ, т. е.

кратчайшимъ путемъ къ ближайшей опорѣ. Черт. 12 представляетъ это разложеніе для $Cn = +1$.

Оказывается, что горизонтальная составляющая въ средней опорѣ $a = 1066{,}92\ C$, въ слѣдующей $b = 775{,}79$, далѣе $C = 282{,}87$ и $d = 40{,}41$; поэтому, обозначивъ C_0, C_1, C_2 . . . . вершинныя силы, соотв. ногамъ 0, 1, 2, 3 . . . , имѣемъ:

Въ узлѣ 0, $G = S - a\,C_0 + 2b\,C_1 \qquad -2c \quad b_2 \qquad + 2\,d\,C_3$

» 1, $G = \frac{11}{12} S - a\,C_1 + b\,(C_0 + C_2) - c\,(C_1 + C_3) + d\,(C_2 + C_4)$

» 2, $G = \frac{10}{12} S - a\,C_2 + b\,(C_1 + C_3) - c\,(C_0 + C_4) + d\,(C_1 + C_5)$

» 3, $G = \frac{9}{12} S - a\,C_3 + b\,(C_2 + C_4) - c\,(C_1 + C_5) + d\,(C_0 + C_6)$

» 4, $G = \frac{8}{12} S - a\,C_4 + b\,(C_3 + C_5) - c\,(C_2 + C_6) + d\,(C_1 + C_7)$

» 5, $G = \frac{7}{12} S - a\,C_5 + b\,(C_4 + C_6) - c\,(C_3 + C_7) + d\,(C_2 + C_8)$

» 6, $G = \frac{6}{12} S - a\,C_6 + b\,(C_5 + C_7) - c\,(C_4 + C_8) + d\,(C_3 + C_9)$

» 7, $G = \frac{5}{12} S - a\,C_7 + b\,(C_6 + C_8) - c\,(C_5 + C_9) + d\,(C_4 + C_{10})$

» 8, $G = \frac{4}{12} S - a\,C_8 + b\,(C_7 + C_9) - c\,(C_6 + C_{10}) + d\,(C_5 + C_{11})$

» 9, $G = \frac{3}{12} S - a\,C_9 + b\,(C_8 + C_{10}) - c\,(C_7 + C_{11}) + d\,(C_6 + C_{12})$

» 10, $G = \frac{2}{12} S - a\,C_{10} + b\,(C_9 + C_{11}) - c\,(C_8 + C_{12}) + d\,(C_7 + C_{11})$

» 11, $G = \frac{1}{12} S - a\,C_{11} + b\,(C_{10} + C_{12}) - c\,(C_9 + C_{11}) + d\,(C_8 + C_{10})$

» 12, $G = \qquad - a\,C_{12} + 2\,b\,C_{11} \qquad -2c\ C_{10} \qquad + 2d\ C_9$.

Вычитая изъ каждаго уравненія послѣдующее и полагая $C_0 - C_1 = c_1, C_1 - C_2 = c_2, C_2 - C_3 = c_3$, ... , получимъ:

$$-\frac{1}{12} S = - ac_1 + b\,(-c_1 + c_2) - c\,(-c_2 + c_3) + d\,(-c_3 + c_4);$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_2 + b\,(c_1 + c_3) - c\,(-c_1 + c_4) + d\,(-c_2 + c_5);$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_3 + b\,(c_2 + c_4) - c\,(c_1 + c_5) + d\,(-c_1 + c_6);$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_4 + b\,(c_3 + c_5) - c\,(c_2 + c_6) + d\,(c_1 + c_7);$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_5 + b\,(c_4 + c_6) - c\,(c_3 + c_7) + d\,(c_2 + c_8);$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_6 + b\,(c_5 + c_7) - c\,(c_4 + c_8) + d\,(c_3 + c_9);$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_7 + b\,(c_6 + c_8) - c\,(c_5 + c_9) + d\,(c_4 + c_{10});$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_8 + b\,(c_7 + c_9) - c\,(c_6 + c_{10}) + d\,(c_5 + c_{11});$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_9 + b\,(c_8 + c_{10}) - c\,(c_7 + c_{11}) + d\,(c_6 + c_{12});$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_{10} + b\,(c_9 + c_{11}) - c\,(c_8 + c_{12}) + d\,(c_7 - c_{12});$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_{11} + b\,(c_{10} + c_{12}) - c\,(c_9 - c_{12}) + d\,(c_8 - c_{11});$$
$$-\frac{1}{12} S = - ac_{12} + b\,(c_{11} - c_{12}) - c\,(c_{10} - c_{11}) + d\,(c_9 - c_{10});$$

Теперь имѣемъ двѣнадцать уравненій со столькими же неизвѣстными $c_1 - c_{12}$. Замѣняя c_1 черезъ c_{12}, c_2 черезъ c_{11} и т. д., мы получимъ, напр. изъ перваго уравненія — послѣднее, т. е.

$$-\frac{1}{12} S = - ac_{12} + b\,(-c_{12} + c_{11}) - c\,(-c_{11} + c_{10}) + d\,(-c_{10} + c_9),$$

изъ втораго — предпослѣднее и т. д. А если въ двѣнадцати уравненіяхъ можно замѣнять 12 неизвѣстныхъ подобнымъ образомъ, то слѣдуетъ, что эти неизвѣстныя соотв. равны, т. е., что различныхъ неизвѣстныхъ лишь шесть, почему можно ограничиться и шестью уравненіями. Какъ уже было замѣчено — и при предположеніи Шведлера относительно полной нагрузки одной половины купола и полной разгрузки другой — можно точно также ограничиться 6-ю уравненіями.

Избравъ поэтому первыя 6 уравненій и положивъ въ нихъ $c_7 = c_6$ и $c_8 = c_5$, вычитаемъ изъ каждаго уравн. слѣдующее и подставивъ величины a, b, c и d, имѣемъ: изъ

1, $c_1 = 0{,}7465\ c_2 - 0{,}3788\ c_3 + 0{,}1114\ c_4 - 0{,}0139\ c_5$
2, $c_1 = 1{,}3627\ c_2 - 1{,}3334\ c_3 + 0{,}7661\ c_4 - 0{,}2339\ c_5 + 0{,}0292\ c_6$
3, $c_1 = 2{,}9109\ c_2 - 5{,}0667\ c_3 + 5{,}0667\ c_4 - 2{,}9109\ c_5 + 0{,}7778\ c_6$
4, $c_1 = 8{,}0000\ c_2 - 26{,}1980\ c_3 + 45{,}6003\ c_4 - 44{,}6003\ c_5 + 18{,}1980\ c_6$

Вычитая изъ каждаго уравненія послѣдующее и рѣшая по c_2 имѣемъ:

$$c_2 = 1{,}5492\ c_3 - 1{,}0625\ c_4 + 0{,}3570\ c_5 - 0{,}0470\ c_6;$$
$$c_2 = 2{,}4114\ c_3 - 2{,}7778\ c_4 + 1{,}7291\ c_5 - 0{,}4829\ c_6;$$
$$c_2 = 4{,}1522\ c_3 - 7{,}9648\ c_4 + 8{,}1919\ c_5 - 3{,}4230\ c_6;$$

и изъ 5:

$$c_2 = 8{,}0000\ c_3 - 25{,}1980\ c_4 + 37{,}6003\ c_5 - 19{,}4024\ c_6;$$

Рѣшая, по предыдущему, относительно c_3:

$$c_3 = 1{,}9894\ c_4 - 1{,}5914\ c_5 + 0{,}5058\ c_6,$$
$$= 2{,}9797\ c_4 - 3{,}7125\ c_5 + 1.6886\ c_6;$$
$$= 4{,}4787\ c_4 - 7{,}6429\ c_5 + 4{,}1528\ c_6;$$

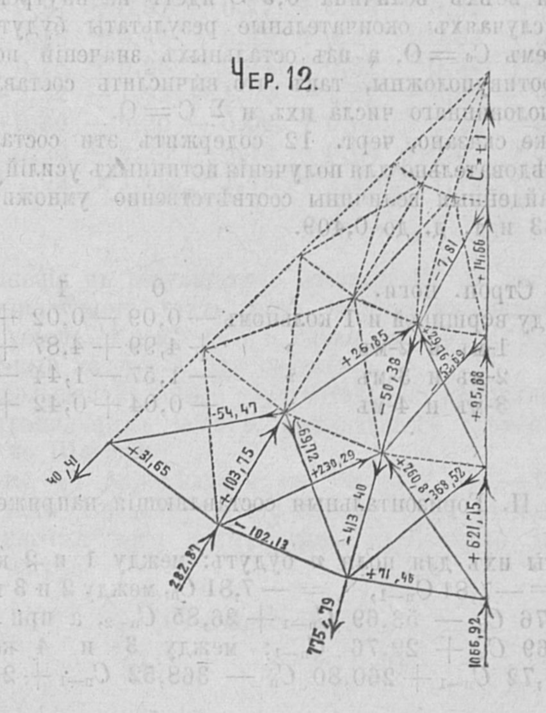
Далѣе: $c_4 = 2{,}1419\ c_5 - 1{,}1944\ c_6$

$c_4 = 2{,}6220\ c_5 - 1{,}6439\ c_6$ и окончательно:

$c_5 = 0{,}9363\ c_6$. Подставляя это значеніе, получимъ:

$c_4 = 0{,}8111\ c_6$, $c_3 = 0{,}6294\ c_6$, $c_2 = 0{,}4002\ c_6$ и $c_1 = 0{,}1377\ c_6$

Чер. 12.



Всего легче опредѣлить c_6 изъ условій равновѣсія при вершинѣ — что сумма проекцій — силъ Cn и S на линію направленія вѣтра, служащую для этой односторонней нагрузки осью симметріи, должны быть равны, слѣд.:

$$6 . S + 2\left(\frac{11}{12}-\frac{1}{12}\right)S \sin 75^0 + 2\left(\frac{10}{12}-\frac{2}{12}\right)S \sin 60^0 + 2\left(\frac{9}{12}-\frac{3}{12}\right)S \sin 45^0 + 2\left(\frac{8}{12}-\frac{4}{12}\right)S \sin 30^0 + 2\left(\frac{7}{12}-\frac{5}{12}\right)S \sin 15^0 = C_0 - C_{12} + 2(C_1 - C_0)\sin 75^0 + 2(C_2 - C_{10})\sin 60^0 + 2(C_3 - C_9)\sin 45^0 + 2(C_4 - C_5)\sin 30 + 2(C_5 - C_7)\sin 15^0.$$

$$tg\ d\alpha\ S\left[1+2\left(\frac{11+10+9+\ .\ .\ .+2+1}{12}\right)\right] = tg\ d\alpha\left[C_0+C_{12}+2\left(\frac{C_1+C_2+\ .\ .\ .+C_{10}+C_{11}}{12}\right)\right]$$

Исключая изъ обѣихъ частей равенства $tg\ d\alpha$, имѣемъ по вышедоказанному равенству разностей $C_0 + C_{12} = 2C_6$, $C_1 + C_{11} = 2\ C_6$ и т. д.

7. $C_n + C_{12-n} = 2\ C_6$. Отсюда найдемъ, что $12\ .\ S = 24\ .\ C_6$ или

8. $C_6 = \frac{S}{2}$

Далѣе, составивъ уравненія для значеній G для каждой опоры и складывая эти значенія, получимъ изъ уравн. въ началѣ этого вывода:

$24\ G = 12\ S + (C_0 + 2\ [C_1 + C_2 + C_3\ .\ .\ .\ .\ C_{11}] + C_{12}) + (-a + 2\ b - 2\ c + 2d)$ откуда

9. $24\ G = 12\ S + \Sigma\ C\ (-a + 2\ b - 2\ c + 2\ d)$ или по вышесказанному:

$24\ G = 12\ S + 12\ S\ (-a + 2\ b - 2\ c + 2\ d)$; подставивъ сюда значенія, получимъ $G = 0{,}37$ S.

Изъ уравн. 7, 8 и 9, пригодныхъ для каждой, подобнымъ образомъ нагруженной системы, мы видимъ, что можно избрать и другой пріемъ. А именно, слѣдуетъ сперва опредѣлить G изъ уравн. 9; изъ уравн. 8 найдется $C_6 = \frac{S}{2}$ и въ уравн. 7 можно выразить $C_7\ .\ .\ .\ .\ C_{12}$ значеніями $C_0\ .\ .\ .\ C_5$, тогда останется только опредѣлить 6 неизвѣстныхъ $C_0\ .\ .\ .\ .\ C_5$.

Далѣе, для дѣйствительнаго разсчета нѣтъ необходимости опредѣлять столько десятичныхъ знаковъ, какъ въ обоихъ приведенныхъ примѣрахъ, такъ какъ здѣсь мы для того лишь старались опредѣлить даже небольшія усилія съ такою точностью, чтобы при провѣркѣ разсчета получить состояніе равновѣсія въ каждомъ узлѣ.

Изъ $C_6 = 0{,}5S$ (ур. 8) и значеній C_1, C_2, $C_3\ .\ .\ .\ C_{12}$, получимъ: $C_0 = (0{,}5 + 0{,}409)$ S; $C_1 = (0{,}5 + 0{,}395)$ S; $C_2 = (0{,}5 + 0{,}353)$ S; $C_3 = (0{,}5 + 0{,}287)$ S; $C_4 = (0{,}5 + 0{,}202)$ S; $C_5 = (0{,}5 + 0{,}104)$ S; $C_6 = (0{,}5 - 0{,}000)$ S; $C_7 = (0{,}5 - 0{,}104)$ S; $C_8 = (0{,}5 - 0{,}202)$ S; $C_9 = (0{,}5 - 0{,}287)$ S; $C_{10} = (0{,}5 - 0{,}353)$ S; $C_{11} = (0{,}5 - 0{,}395)$ S; $C_{12} = (0{,}5 - 0{,}409)$ S.

Вмѣсто полныхъ значеній C_1, C_2, $C_3 ... C_{12}$ можно здѣсь ихъ помѣстить въ разсчетъ, уменьшивъ на 0,5 S и принять, что одинаковая для всѣхъ величина 0,5 S идетъ на внутреннее кольцо. Въ обоихъ случаяхъ окончательные результаты будутъ тѣ-же, но въ послѣднемъ $C_6 = 0$, а изъ остальныхъ значеній по два всегда равны и противуположны, такъ что вычислить составляющія надо лишь для половиннаго числа ихъ и $\Sigma\ C = 0$.

Какъ уже сказано, черт. 12 содержитъ эти составляющія для $C = 1$ и слѣдовательно для полученія истинныхъ усилій въ брусьяхъ, слѣдуетъ найденныя величины соотвѣтственно умножить на 0,409, 0,305, 0,353 и т. д. до 0,409.

Подставляя найденныя величины c, причемъ $sin\ 75^0 = 0{,}9659$, $\sin 60^0 = 0{,}8660$, $\sin 45^0 = 0{,}7071$, $\sin 30^0 = 0{,}5000$ и $\sin 15^0 = 0{,}2588$, имѣемъ: $4{,}89130\ S = 2c_1 + 5{,}8637\ c_2 + 9{,}3278 c_3 + 12{,}1563\ c_4 + 14{,}1563\ c_5 + 15{,}1916\ c_6 = (0{,}2754 + 2{,}3467 + 5{,}8709 + 9{,}8600 + 13{,}2545 + 15{,}1916)\ c_6$, откуда $c_6 = 0{,}1045\ S$, а слѣдовательно: $c_5 = 0{,}0978$ S, $c_4 = 0{,}0848$ S, $c_8 = 0{,}0658$ S, $c_2 = 0{,}0418$ S, $c_1 = 0{,}0144$ S.

Величину C всего легче опредѣлить, какъ въ предыдущемъ примѣрѣ, полагая равными вертикальныя равнодѣйствующія силъ C и S. Въ этомъ случаѣ слѣдуетъ представить себѣ (см. выше), что стропила образуютъ въ вершинѣ съ горизонтомъ безконечно малый уголъ $d\alpha$ и тогда

При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду одно, уже указанное нами обстоятельство. Если, какъ въ этомъ случаѣ, части одной стропильной ноги имѣютъ такое направленіе, что при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ онѣ однѣ ей подвергаются, то C_n обозначаетъ горизонтальный распоръ каждой ноги, одинаковой для всѣхъ. Если-же система не имѣетъ вершины и если напр., одна нога подвержена наибольшей временной нагрузкѣ, а прочія отъ нея свободны вовсе, то распоръ C_n долженъ передаваться пятамъ—способомъ, показаннымъ на черт. 12. Тогда въ нижней части ноги горизонтальная составляющая сжимающаго усилія $= 621{,}75\ C_n$, тогда какъ само усиліе, непосредственно вызываемое наибольшей нагрузкой $= C_n$.

Далѣе, такъ какъ эти составляющія взаимно относятся подобно самимъ силамъ, то, слѣдовательно, стропильная нога подвергается въ этомъ случаѣ вытягивающему усилію, въ 600 слишкомъ разъ большему, нежели чѣмъ его сжатіе при равномѣрной нагрузкѣ всего купола, другими словами, въ 600 разъ большему, чѣмъ выходитъ по разсчету Шведлера.

(Напряженія, вызываемыя собственнымъ вѣсомъ, при этомъ въ разсчетъ не принимаются). Такія-же неблагопріятныя отношенія получаются и для діагоналей, особенно для нижнихъ. Такія цифры получаются въ томъ случаѣ, если діагонали двойныя и жесткія (на сжатіе), при отсутствіи промежуточныхъ колецъ; принявъ послѣднія, при двойныхъ вытягивающихся діагоналяхъ, имѣемъ болѣе благопріятные результаты для стропильныхъ ногъ, но зато для діагоналей въ одномъ мѣстѣ (черт. 12)—$(368{,}52 + 260{,}80)\ S = 629{,}32\ C_n$.

Горизонтальная составляющая, найденныя посредствомъ величинъ черт. 12 и напряженій въ вершинѣ $C_0 = 0{,}409$, $C_1 = 0{,}395$, $C_2 = 0{,}353$, $C_3 = 0{,}287$, $C_4 = 0{,}202$, $C_5 = 0{,}104$, $C_6 = 0{,}000$, $C_7 = -0{,}104$, $C_8 = -0{,}202$, $C_9 = -0{,}287$, $C_{10} = -0{,}353$, $C_{11} = -0{,}395$ и $C_{12} = 0{,}409$, собраны въ нижеслѣдующихъ таблицахъ.

При этомъ за единицу принятъ горизонтальный распоръ S наиболѣе нагруженной ноги, вытягиваніе обозначено знакомъ + и сжатіе —.

Таблица I. Горизонтальныя составляющія или проекціи усилій въ стропилахъ. Между вершиной и первымъ кольцомъ равны $C_n + 0{,}5 - \left(1 - \frac{n}{12}\right)$;

между 1-мъ и 2-мъ кольцами — $14{,}658\ C_n - \left(1 - \frac{n}{12}\right)$;

» 2-мъ и 3-мъ » — $95{,}88\ C_n - 50{,}38\ C_{n-1} + C_{n+1}$

» 3-мъ и 4-мъ » — $103{,}75\ (C_{n+2} + C_{n-2}) - 413{,}40\ (C_{n+1} + C_{n-1}) + 621{,}75\ C_n - \left(1 - \frac{n}{12}\right)$.

Строп. ноги.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Усилія между вершиной и 1 кольцомъ	— 0,09	— 0,02	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,03	+ 0,02	— 0,00	— 0,02	— 0,03	— 0,04	— 0,02	+ 0,02	+ 0,09
» » 1-мъ и 2-мъ »	+ 4,99	+ 4,87	+ 4,34	+ 3,46	+ 2,29	+ 0,94	— 0,50	— 1,94	— 3,29	— 4,46	— 5,34	— 5,87	— 5,99
» » 2-мъ и 3-мъ »	— 1,57	— 1,44	— 1,34	— 1,19	— 1,00	— 0,78	— 0,50	— 0,22	— 0,00	— 0,19	— 0,34	— 0,44	— 0,57
» » 3-мъ и 4-мъ »	— 0,04	+ 0,42	+ 0,10	+ 0,03	+ 0,09	— 0,44	— 0,50	— 0,56	— 0,91	— 1,03	— 1,10	— 1,42	— 0,96

Таблица II. Горизонтальныя составляющія напряженій въ діагоналяхъ.

Величины ихъ для поля n будутъ: между 1 и 2 кольцами при направл. ⁄ $= -7{,}81\ C_{n-1}$, ∖ $= -7{,}81\ C_n$; между 2 и 3 кольцами при ⁄ $= +29{,}76\ C_n - 53{,}69\ C_{n-1} + 26{,}85\ C_{n-2}$, а при ⁄ $= 26{,}85\ C_{n+1} - 53{,}69\ C_n + 29{,}76\ C_{n-1}$; между 3 и 4 кольцами при ⁄ $= -69{,}72\ C_{n-1} + 260{,}80\ C_n - 368{,}52\ C_{n-1} + 230{,}29\ C_{n-2} - 54{,}47\ C_{n-3}$; а при ∖ $= -54{,}47\ C_{n+2} + 230{,}29\ C_{n+1} - 368{,}52\ C_n + 260{,}80\ C_{n-1} - 69{,}72\ C_{n-2}$.

Строчки подъ заглавіемъ «разность» дадутъ горизонтальныя составляющія напряженій діагоналей, если послѣднихъ будетъ по одной въ каждой трапеціи. При этомъ исключаются въ каждой трапеціи діагонали, подверженныя наибольшему сжатію или наименьшему вытягиванію.

№ поля.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Между 1 и 2 кольцомъ	╱	— 3,19	— 3,08	— 2,76	— 2,24	— 1,58	— 0,81	0,00	+ 0,81	+ 1,58	+ 2,24	+ 2,76	+ 3,08
	╲	— 3,08	— 2,76	— 2,24	— 1,58	— 0,81	0,00	+ 0,81	+ 1,58	+ 2,24	+ 2,76	+ 3,08	+ 3,19
	разность . .	+ 0,11	+ 0,32	+ 0,52	+ 0,66	+ 0,77	+ 0,81	+ 0,81	+ 0,77	+ 0,66	+ 0,52	+ 0,32	+ 0,11
Между 2 и 3 кольцомъ	╱	+ 0,40	+ 0,28	+ 0,19	+ 0,08	— 0,55	— 0,16	— 0,30	— 0,43	— 0,49	— 0,52	— 0,51	— 0,44
	╲	+ 0,44	+ 0,51	+ 0,52	+ 0,49	+ 0,43	+ 0,30	+ 0,16	+ 0,05	— 0,08	— 0,19	— 0,28	+ 0,40
	разность . .	+ 0,04	+ 0,23	+ 0,33	+ 0,41	+ 0,48	+ 0,46	+ 0,46	+ 0,48	+ 0,41	+ 0,33	+ 0,23	+ 0,04
Между 3 и 4 кольцомъ	╱ . . .	— 0,58	— 0,84	— 0,63	— 0,56	— 0,45	— 0,19	— 0,09	+ 0,01	+ 0,25	+ 0,39	+ 0,50	+ 0,78
	╲ . . .	— 0,78	— 0,50	— 0,39	— 0,25	— 0,01	+ 0,09	+ 0,19	+ 0,45	+ 0,56	+ 0,63	+ 0,84	+ 0,58
	разность . .	+ 0,20	+ 0,34	+ 0,24	+ 0,31	+ 0,44	+ 0,28	+ 0,28	+ 0,44	+ 0,31	+ 0,24	+ 0,34	+ 0,20

Таблица III. Усилія въ нижнемъ кольцѣ $= 31{,}65\ (C_{n-3} + C_{n-2}) - 102{,}13\ (C_{n-2} + C_{n-1}) + 71{,}46\ (C_{n-1} + C_n)$.

№ поля.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Усиліе	1,32	1,26	1,00	0,77	0,44	0,11	— 0,11	— 0,44	— 0,77	— 1,00	— 1,26	— 1,32

Таблица IV. Горизонтальныя составляющія усилій въ стропильныхъ ногахъ, вызываемыя уничтоженіемъ одной изъ діагоналей въ каждой трапеціи. Если D_n будетъ усиліе въ уничтожаемой діагонали (таб. II), D — въ діагонали по лѣвую и D_{n+1} — по правую сторону разсматриваемой ноги, то искомая составляющая будетъ

Между 1-мъ и 2-мъ кольцами $= 0{,}938\ (D_n + D_{n+1})$;
» 2 » 3 » $= 0{,}843\ (D_n + D_{n+1})$;
» 3 » 4 » $= 0{,}742\ (D_n + D_{n+1})$.

№ строп. ноги.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Между 1 и 2 кольцами	— 5,98	— 5,88	— 5,48	— 4,69	— 3,58	— 2,24	— 0,76	+ 0,76	+ 2,24	+ 3,58	+ 4,69	+ 5,48	+ 5,78
» 2 » 3 »	+ 0,80	+ 0,68	+ 0,47	+ 0,27	+ 0,03	— 0,21	— 0,46	— 0,73	— 0,92	— 1,01	— 1,03	— 0,45	— 0,88
» 3 » 4 »	— 1,16	— 1,20	— 1,09	— 0,88	— 0,75	— 0,41	— 0,21	— 0,06	+ 0,19	+ 0,47	+ 0,66	+ 0,80	+ 0,86

Таблица V. Напряженія въ кольцахъ, вызываемыя уничтоженіемъ одной изъ діагоналей въ каждой трапеціи. Обозначивъ діагональ сверху данной части кольца — D_o, а снизу — D_u, имѣемъ искомую величину для 1-го кольца $= 0{,}490\ D_u$, для второго $= 0{,}245\ D_o + 0{,}660\ D_u$, для третьяго $= 0{,}440\ D_o + 0{,}775\ D_u$ и для четвертаго $= 0{,}581\ D_o$.

№ поля.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Первое кольцо	— 1,56	— 1,51	— 1,35	— 1,10	— 0,71	— 0,40	— 0,0	+ 0,40	+ 0,71	+ 1,10	+ 1,35	+ 1,51
Второе »	— 0,52	— 0,57	— 0,55	— 0,50	— 0,42	— 0,30	— 0,20	— 0,09	+ 0,06	+ 0,21	+ 0,34	+ 0,46
Третье »	— 0,43	— 0,55	— 0,40	— 0,40	— 0,37	— 0,22	— 0,20	— 0,18	— 0,02	+ 0,07	+ 0,06	+ 0,26
Четвертое »	— 0,45	— 0,49	— 0,37	— 0,33	— 0,26	— 0,11	— 0,05	+ 0,01	+ 0,14	+ 0,23	+ 0,29	+ 0,34

У насъ нѣтъ еще усилій, вызываемыхъ въ нижнемъ кольцѣ силами G. По уравн. 9, полагая $\Sigma C = 0$, $G = \frac{S}{2}$ и усиліе въ нижнемъ кольцѣ $= \frac{S}{4 \sin 7^\circ 31'} = 1{,}92$ S.

Точно также въ первомъ кольцѣ дѣйствуетъ сила 0,5 S и соотвѣтствующее усиліе будетъ — 1,92 S; прибавляя сюда значенія изъ таб. III и V для колецъ, получимъ цифры слѣдующей таб. VI. Величины для ногъ получаются складываніемъ цифръ таб. I и V, а для діагоналей — изъ названныхъ «разностями» строкъ таб. II.

Таблица VI. Суммы горизонтальныхъ составляющихъ усилій, дѣйствующихъ во всѣхъ брусьяхъ.

№	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Строп. нога между верш. и 1 кольц.	— 0,09	— 0,02	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,03	+ 0,02	0,00	— 0,02	— 0,03	— 0,04	— 0,02	+ 0,02	+ 0,09
» » » 1 и 2 »	— 0,99	— 1,01	— 1,14	— 1,23	— 1,29	— 1,30	— 1,26	— 1,18	— 1,05	— 0,88	— 0,65	— 0,39	— 0,21
» » » 2 и 3 »	— 0,92	— 0,87	— 0,94	— 0,96	— 0,97	— 0,96	— 0,89	— 0,84	— 0,77	— 0,66	— 0,53	— 0,36	— 0,13
» » » 3 и 4 »	— 1,20	— 0,78	— 0,99	— 0,85	— 0,66	— 0,91	— 0,71	— 0,62	— 0,72	— 0,56	— 0,44	— 0,62	— 0,10
Діагональ » 1 и 2 »		+ 0,11	+ 0,32	+ 0,52	+ 0,66	+ 0,77	+ 0,81	+ 0,81	+ 0,77	+ 0,66	+ 0,52	+ 0,32	+ 0,11
» » 2 и 3 »		+ 0,04	+ 0,23	+ 0,33	+ 0,41	+ 0,48	+ 0,46	+ 0,46	+ 0,48	+ 0,41	+ 0,33	+ 0,23	+ 0,04
» » 3 и 4 »		+ 0,20	+ 0,34	+ 0,24	+ 0,31	+ 0,44	+ 0,28	+ 0,28	+ 0,44	+ 0,31	+ 0,24	+ 0,34	+ 0,20
Въ 1 кольцѣ		— 3,48	— 3,43	— 3,27	— 3,02	— 2,63	— 2,32	— 1,92	— 1,52	— 1,21	— 0,82	— 0,57	— 0,41
» 2 »		— 0,52	— 0,57	— 0,55	— 0,50	— 0,42	— 0,30	— 0,20	— 0,09	+ 0,06	+ 0,21	+ 0,34	+ 0,46
» 3 »		— 0,43	— 0,55	— 0,40	— 0,40	— 0,37	— 0,22	— 0,20	— 0,18	— 0,02	+ 0,07	+ 0,06	+ 0,26
» 4 »		+ 2,79	+ 2,69	+ 2,55	+ 2,36	+ 2,10	+ 1,92	+ 1,76	+ 1,49	+ 1,29	+ 1,15	+ 0,95	+ 0,94

Чтобы получить дѣйствительныя величины напряженій, слѣдуетъ цифры таблицы VI умножить на величины отношеній между дѣйствительною длиною брусьевъ и длиною ихъ проекцій, обозначенныя на черт. 18 цифрами въ скобкахъ и на величину S. Послѣдняя опредѣлится слѣдующимъ образомъ:

Въ первомъ узлѣ (см. разрѣзъ и планъ, фиг. 7 и 8 прил.) горизонтальный распоръ относится къ грузу Q какъ 4,5 : 0,667, слѣдовательно $S = \frac{Q\ 4{,}5}{0{,}667}$; далѣе, $Q = \frac{1{,}175 \cdot 4{,}5 \sin 82^\circ 30'}{2}$ $\left(\frac{1}{6} + 1{,}0\right)$. 100, если принять нагрузку въ 100 килогр. на 1 кв. метръ. Произведя дѣйствія, получимъ $Q = 611{,}6$ и $S = 4130$ килогр.

Для сравненія съ результатами вычисленія по способу Шведлера достаточно будетъ взять лишь наибольшія напряженія каждаго рода брусьевъ. Кромѣ того, и самая таблица VI представляетъ уже достаточный матеріалъ для сравненія.

При наибольшей нагрузкѣ горизонтальная составляющая всѣхъ усилій въ стропильныхъ ногахъ, вызываемыхъ временной нагрузкой, будетъ по Шведлеру $= -$ S.

Таблица-же VI опредѣляетъ ея величину въ $-1{,}30\ S$, т. е. больше, чѣмъ по Шведлеру, и это опровергаетъ то положеніе, что будто стропильныя ноги испытываютъ наибольшее давленіе при наибольшей нагрузкѣ.

(Окончаніе слѣдуетъ).

Обзоръ строительныхъ журналовъ.

3. Annales des ponts et chaussées.

Небольшая замѣтка Базена относится къ измѣренію скоростей съ помощью извѣстныхъ трубокъ Пито и проч.

Заслуживаютъ вниманія опыты, произведенные инженеромъ Дюранъ-Клé о сопротивленіи раздробленію камней односторонне нагруженныхъ подъ чугунными колоннами.

Въ той же книжкѣ изслѣдованіе условій установки и управленія паровыми котлами. Тамъ же рапортъ о причинахъ взрыва пароходнаго котла.

Въ сентябрьской книжкѣ приведенъ разборъ сочиненія инженеровъ Ловуана и Понцена о желѣзныхъ дорогахъ въ Америкѣ.

Заслуживаетъ вниманія статья о распредѣленіи водъ р. Неты (Neste) и о постройкѣ резервуара Оредонъ.

Работы по преобразованію озера Оредонъ въ резервуаръ, состояли въ нижеслѣдующемъ: 1) въ устройствѣ выемки въ скалистомъ днѣ озера и 2) въ устройствѣ плотины поперекъ естественнаго водослива.

Особый интересъ представляетъ примѣненіе силы воды для удаленія взорванной массы камня, на днѣ озера, и для образованія земляной плотины, поперекъ водослива. Подъ насыпью устроено приспособленіе для впуска воды въ каналъ, подробно описанное въ статьѣ съ сопровожденіемъ ссылки на чертежи.

Заслуживаетъ вниманія бетонная одежда плотины, покрытая слоемъ камня, съ цѣлью предохраненія бетона отъ промерзанія.

Особый интересъ представляетъ статья объ устройствѣ основаній съ помощью замороживанія грунта.

Кромѣ описанія этого способа устройства основаній, различныхъ неудачъ, встрѣчавшихся при примѣненіи его на практикѣ, описана амміакальная машина, ея недостатки, невыгоды употребленія раствора хлористаго магнія въ холодильныхъ трубкахъ, приведены опыты въ мастерскихъ Руаръ, во Франціи, имѣвшія цѣлью: 1) изслѣдованіе формы замерзающаго слоя, вокругъ трубокъ 2) сопротивленія замерзшей массы, при грунтахъ различнаго состава.

Въ той же книжкѣ замѣтка объ организаціи поѣздовъ на желѣзныхъ дорогахъ въ Соединенныхъ Штатахъ Америки и небольшая статейка о начертаніи параболъ изгибающихъ моментовъ.

Въ 10-й книжкѣ (октябрьской) наибольшій интересъ представляетъ мемуаръ о новыхъ желѣзныхъ воротахъ въ трансатлантическомъ шлюзѣ. Отверстіе шлюза 30,50 м. Прежде тамъ были деревянныя ворота, стоившія 415000 франковъ и весьма скоро давшія трещины. Описаны желѣзныя ворота совершенно новой системы, отличной отъ прежнихъ. Большая часть существующихъ воротъ представляютъ желѣзный остовъ изъ ряда горизонтальныхъ балокъ, связанныхъ малымъ числомъ вертикальныхъ и андреевскихъ крестовъ, обшитыхъ деревомъ или желѣзомъ. Новая система воротъ состоитъ изъ большого числа вертикальныхъ стоекъ или рамъ и весьма малаго числа горизонтальныхъ. Послѣдняя система представляетъ значительныя преимущества передъ первой, по лучшей передачѣ давленія воды на порогъ шлюза, и по болѣе удобному освидѣтельствованію и ремонту системы. Цѣна одной пары желѣзныхъ воротъ 310000 фр. Въ статьѣ подробно описано устройство воротъ, ихъ функціонированіе, сборка въ мастерской, сплавъ къ мѣсту назначенія и установка на надлежащемъ мѣстѣ.

Кромѣ того описана порча одного пятника у полотнища, снятіе послѣдняго и исправленіе.

Особая статья посвящена фабрикаціи гидравлическихъ известей въ бассейнѣ Роны.

Тамъ же замѣтка о существующихъ теоріяхъ нивеллированія.

Небольшая замѣтка относится къ употребленію поваренной соли, въ снѣжное время, на улицахъ и о преимуществахъ ея передъ другими солями.

Въ ноябрьской книжкѣ первая статья заключаетъ въ себѣ описаніе постройки шлюза полуприливнаго бассейна въ Дьеппѣ. Весьма подробно описано устройство основанія шлюза на большомъ кессонѣ, занимающемъ все пространство подъ дномъ и боковыми стѣнами шлюза.

Во второй статьѣ описаны разныя системы воздушныхъ проволочныхъ дорогъ, гдѣ грузы подвѣшиваются къ канату, навиваемому на барабанъ съ извѣстною скоростью. Въ статьѣ приведены основанія для выбора системы, а также нѣкоторыя указанія относительно содержанія канатовъ, ихъ сопротивленія, соотношенія между діаметрами канатовъ, проволокъ и блоковъ на которые они навиваются и пр.

Третья статья представляетъ краткое описаніе опытовъ надъ опредѣленіемъ степени сопротивленія металлическихъ канатовъ искривленію.

Въ декабрьской книжкѣ возраженіе на статью Рикура о доходности французскихъ желѣзныхъ дорогъ.

Тамъ же замѣтка Брина относительно формулъ выражающихъ сопротивленіе желѣза и стали при повторяющихся сотрясеніяхъ согласно опытамъ Вёлера и Шпангенберга и примѣненіе ихъ къ металлическимъ мостамъ.

Заслуживаетъ вниманія статья Галліо о расчетѣ металлическихъ шлюзныхъ воротъ. Приведены формулы, служащія для повѣрки прочности во 1-хъ обшивки или металлической облицовки воротъ, во 2-хъ формулы для повѣрки прочности рѣшетчатыхъ рамъ или каркасовъ, къ которымъ приклепывается облицовка, и наконецъ численный примѣръ или расчетъ прочности шлюзныхъ воротъ на основаніи выведенныхъ формулъ.

Выведенныя формулы требуютъ нѣкотораго увеличенія (противъ нынѣ существующей) толщины облицовки и уменьшенія размѣровъ каркасовъ. Въ общемъ же, при болѣе равномѣрномъ напряженіи матерьяла, вѣсъ шлюзныхъ воротъ выходитъ меньше.

4. Zeitschrift des œsterreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereins.

H. III. und IV. Heft, 1887.

Первая статья заключаетъ въ себѣ описаніе уличныхъ желѣзныхъ дорогъ въ Санъ-Франциско, приводимыхъ въ движеніе проволочнымъ канатомъ. Описаніе той же дороги было раньше въ Zeitschrift für Bauwesen за 1886 годъ.

Вторая статья представляетъ очеркъ гаваней Средиземнаго моря: Марселя, Барцелоны, Генуи, Неаполя, Венеціи, Пирея, Салоникъ, Константинополя, Смирны, Тріэста и Фіуме.

Въ статьѣ резюмированы вкратцѣ тѣ требованія, которымъ гавани должны удовлетворять, и тѣ приспособленія, которыя необходимы для удовлетворенія всѣмъ нуждамъ торговли и мореходства.

Кромѣ плановъ гаваней приведены профили набережныхъ, типы навѣсовъ, сила и система крановъ и проч.

Для показанія значенія гаваней приведено количество обращающихся товаровъ и проч.

Въ заключеніе упоминается о необходимомъ расширеніи Фіуме.

Третья статья посвящена устройству конденсаторовъ и холодильниковъ для паровыхъ и другихъ машинъ, основанныхъ на примѣненіи для этой цѣли движущагося воздуха (вентиляторовъ). Въ статьѣ дано особое развитіе исторической части этого предмета и приведены всѣ относящіеся сюда изслѣдованія и источники.

Въ послѣдней статьѣ — о сопротивленіи тренія въ трубахъ съ перемѣннымъ поперечнымъ сѣченіемъ (собственно насадки).

Первая статья третьей тетради содержитъ описаніе подъемнаго моста въ Кенигсбергѣ. Предпочтеніе подъемному мосту передъ разводнымъ отдано было потому что во 1) подъемный мостъ оставляетъ болѣе свободнаго мѣста для прохода судовъ подъ мостомъ, и во 2) ширина каменныхъ опоръ, а слѣд. и количество каменной кладки выходитъ значительно менѣе. Мостъ построенъ черезъ рукавъ р. Прегеля шириною 54,3 м. и имѣетъ подъемный пролетъ въ 18,5 м., а (постоянные) остальные 2 по 16,8 м. Верхнее желѣзное строеніе моста сплошной балочной системы. Полотно подъемной части моста вращается какъ на шарнирѣ около горизонтальныхъ осей, закрѣпленныхъ на быкахъ и приводится въ движеніе гидравлическою машиною, берущею воду изъ городскаго водопровода, или газовою (на случай порчи водопровода).

Въ особомъ машинномъ домѣ расположены двигатели съ аккумуляторами, насосами и пр. Достойно вниманія остроумное автоматическое приспособленіе для остановки и пуска въ ходъ насосовъ, накачивающихъ воду въ аккумуляторъ. На быкахъ установлены распредѣлительные приборы и салазки, приводимые въ движеніе машинами и связанные посредствомъ зубчатой передачи съ осью полотна, около которой происходитъ вращеніе подъемной части.

Стоимость моста 370000 марокъ. *К.*

(Окончаніе слѣдуетъ.)

Типографія А. Таговъ, Мѣщанская, д. № 20. Редакторъ-Издатель Э. П. ДЕКЛЕРОНЪ

ДОМЪ
Д. СТ. СОВ. ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ
ГЕРМ. ФЕДОР. ВУЧИХОВСКАГО
ВЪ С. ПЕТЕРБУРГѢ.

MAISON
DU CONSEILLER D'ÉTAT ACTUEL
LE Dr A. WOUTCHIHOFSKY
À S. PETERSBOURG.



Проект. и постр. Арх. В. А. Шретеръ. Proj. et constr. par V. Schröter archte

Фототипія В. И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13 СПБ.

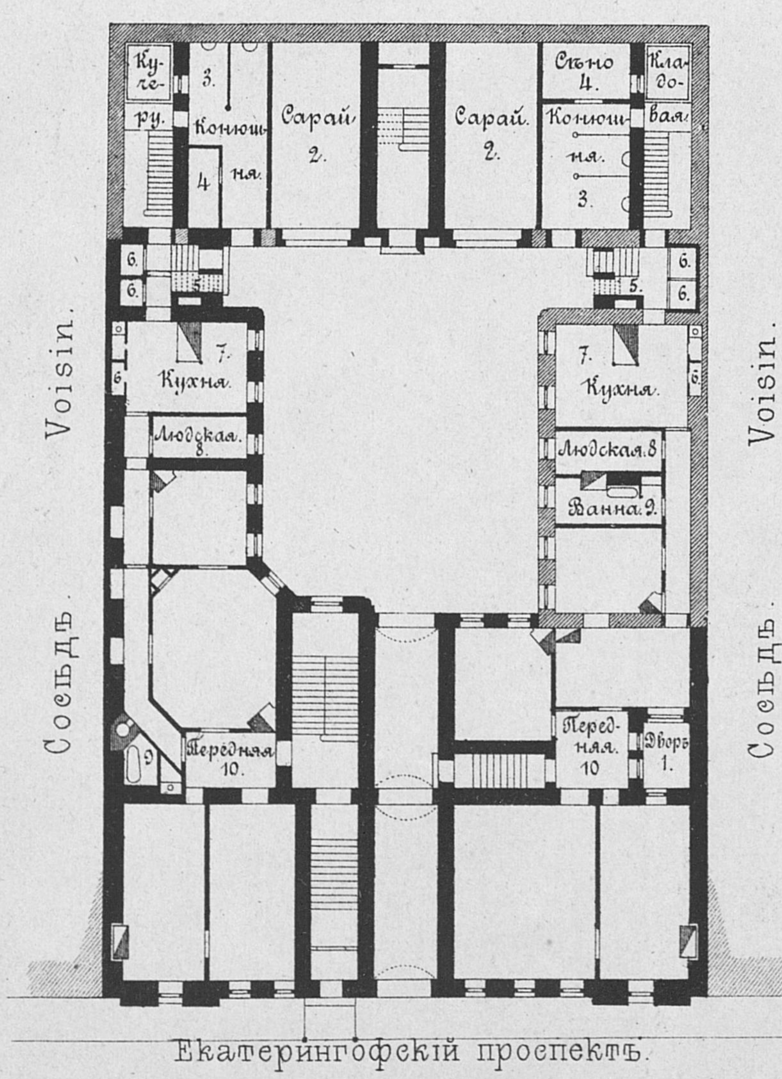
ДОМЪ

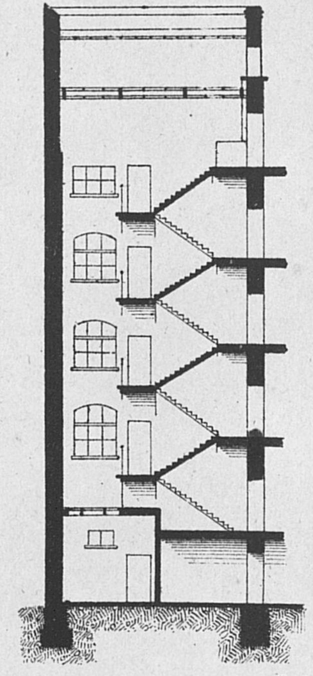
Д. СТ. СОВ. ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ
ГЕРМАНА ФЕДОРОВИЧА ВУЧИХОВСКАГО
ВЪ С. ПЕТЕРБУРГѢ.

MAISON

DU CONSEILLER D'ETAT ACTUEL
LE Dr A. WOUTCHIHOFSKY
À S. PETERSBOURG

1ый ЭТАЖЪ — REZ-DE-CHAUSSÉE.





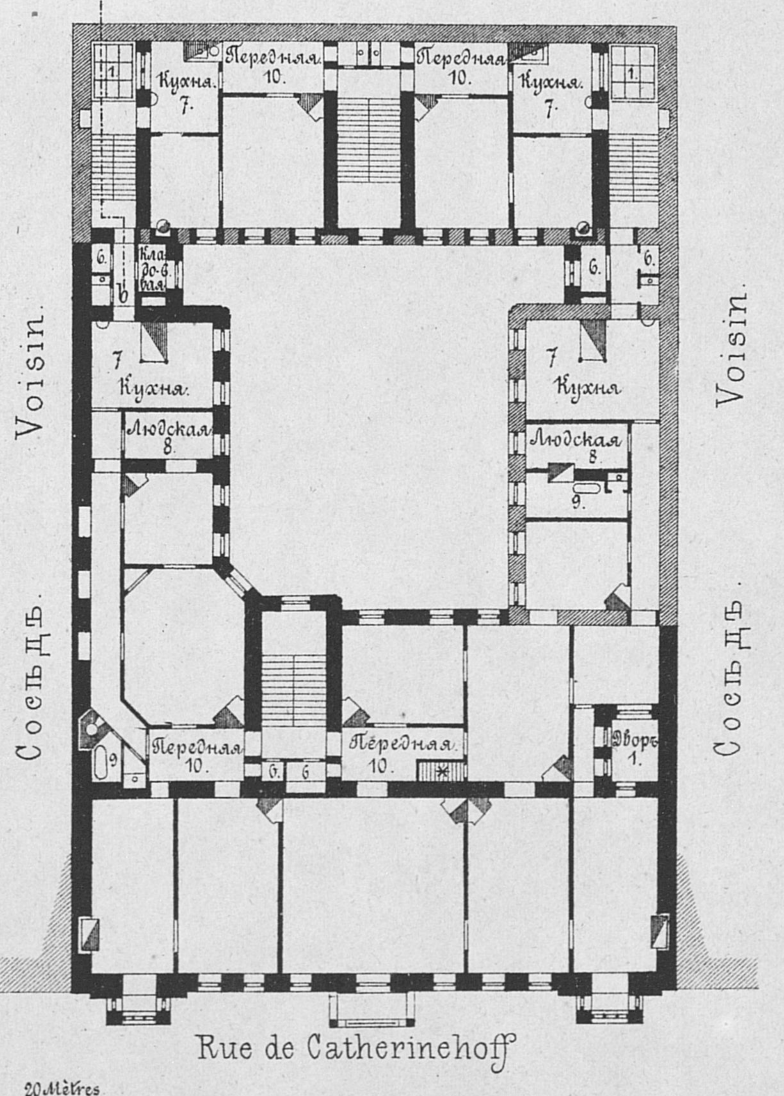
РАЗРѢЗЪ ПО a-b.
COUPE SUR a-b.

Légende

1. Cour d'eclairage.
2. Remises.
3. Ecuries.
4. Foin.
5. Entrées des souterrains.
6. Garde-mangers.
7. Cuisines.
8. Domestiques.
9. Bains.
10. Antichambres.

* Лѣстница въ антресольный этажъ надъ проѣздомъ.

2,3 и 4 ЭТАЖИ. — 2,3 et 4 ÉTAGES.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20 Mètres

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Саж.

Проект. и постр. Арх. В. А. Шретеръ. Proj. et exec. par V. Schröter Archte.

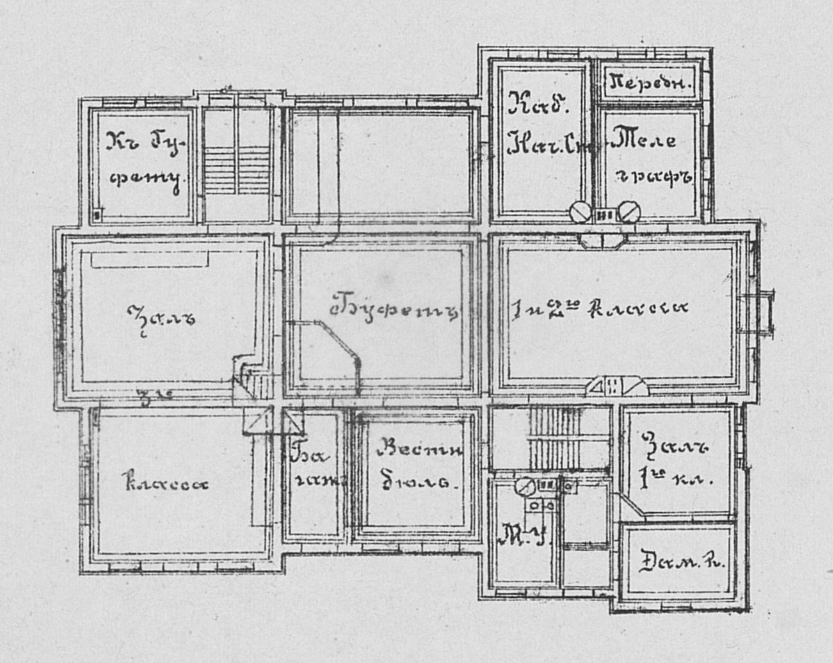
Автолит. Ф. Кремеръ, С.ПБ.

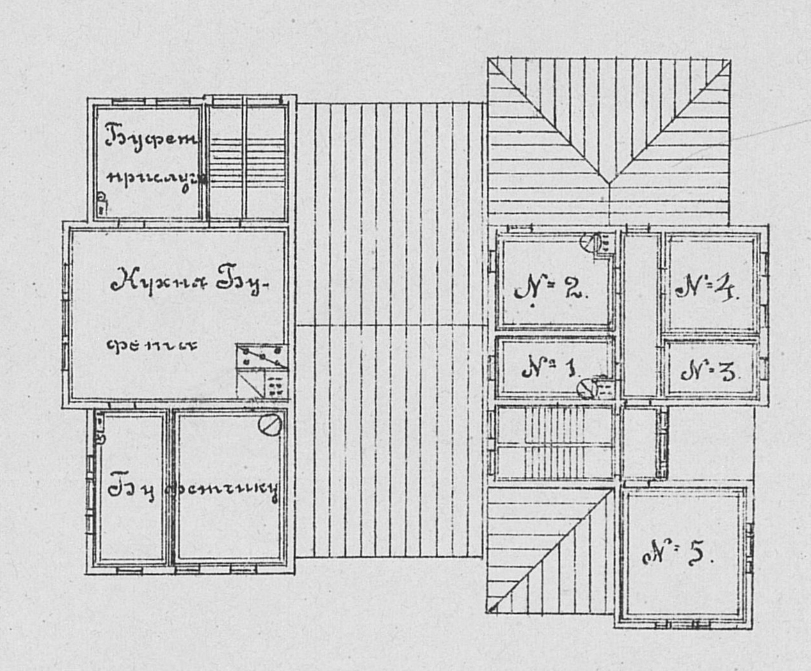
СТАНЦІЯ КРАСНОЕ СЕЛО

БАЛТІЙСКАЯ Ж. Д.

STATION DE KRASNOE-SELO

CHEMIN DE FER BALTIQUE



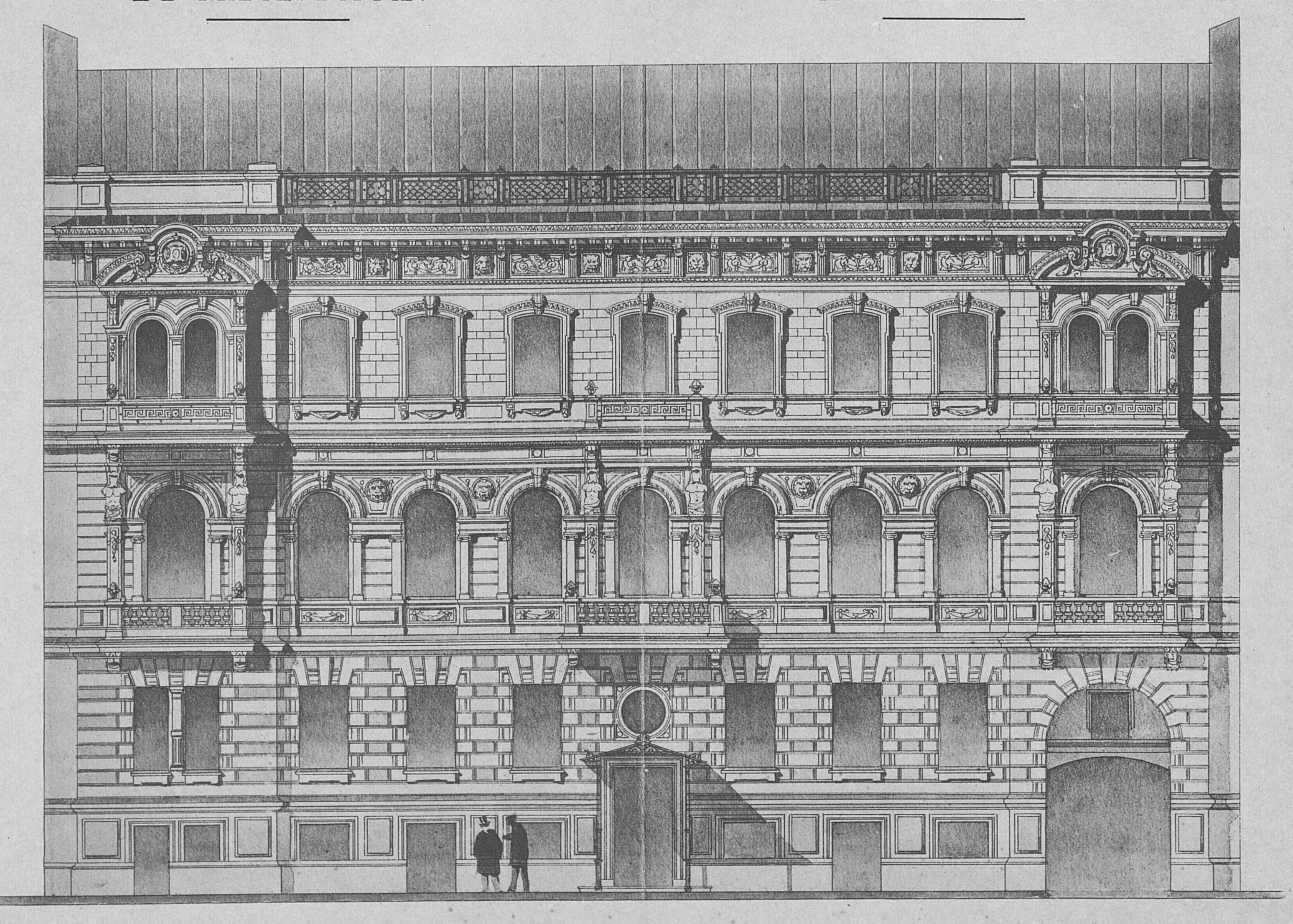


Проектъ и постр. Арх. П. Купинскій. Proj. et constr. par P. Koupinsky Archte.

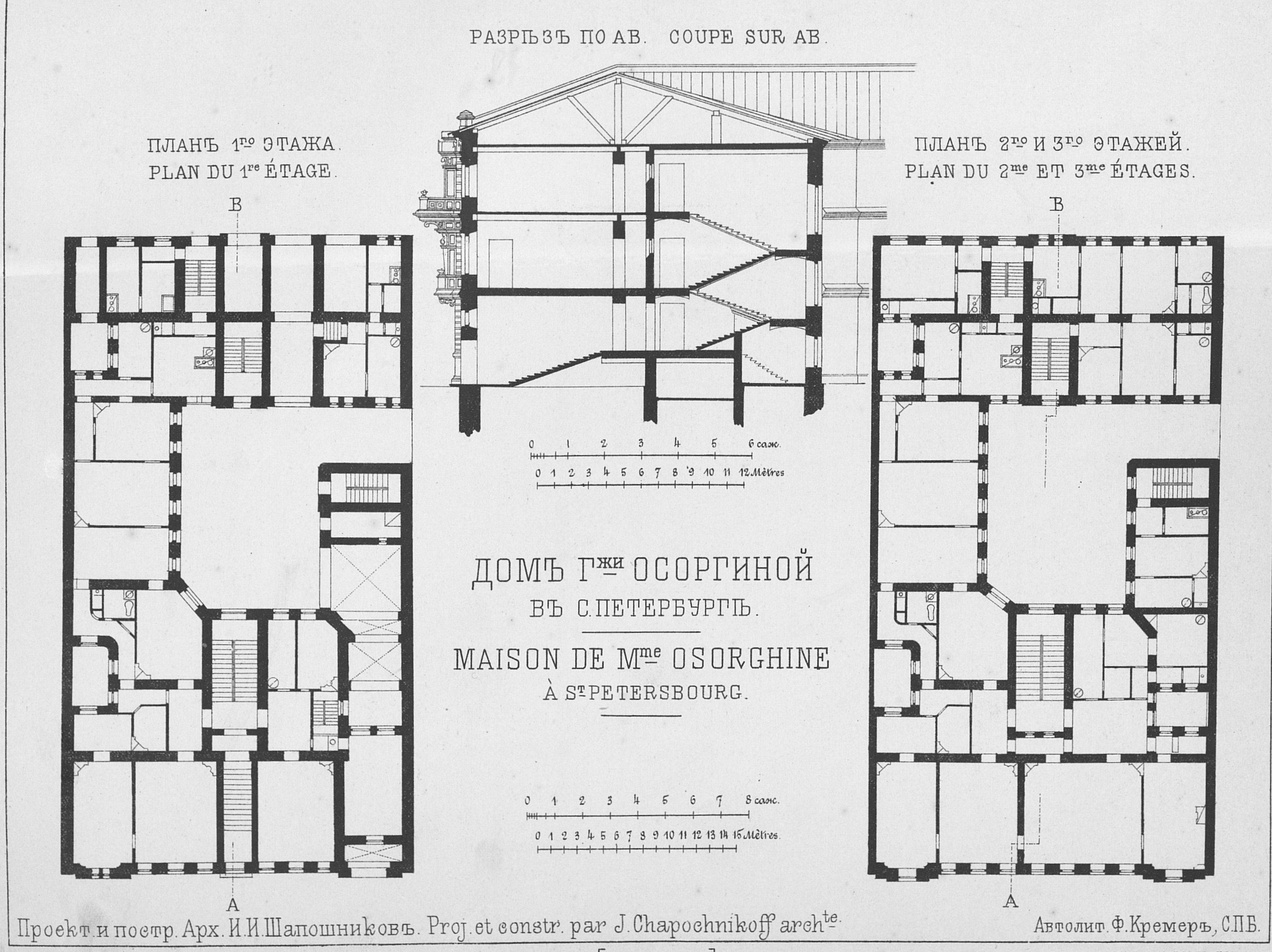
Лит. В. Штейнъ.

ДОМЪ Гжи ОСОРГИНОЙ ВЪ С.ПЕТЕРБУРГѢ.

MAISON DE Mme OSORGHINE À S.PETERSBOURG.



Проект. и стр. Арх. И.И. Шапошниковъ. Projet et construct. par J. Schapochnikoff archte. Автолит. Ф. Кремеръ. СПБ.



ДОМЪ Гжи ОСОРГИНОЙ
ВЪ С.ПЕТЕРБУРГѢ.

MAISON DE Mme OSORGHINE
À St PETERSBOURG.

Проект. и постр. Арх. И.И. Шапошниковъ. Proj. et constr. par J. Chapochnikoff archte.

Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

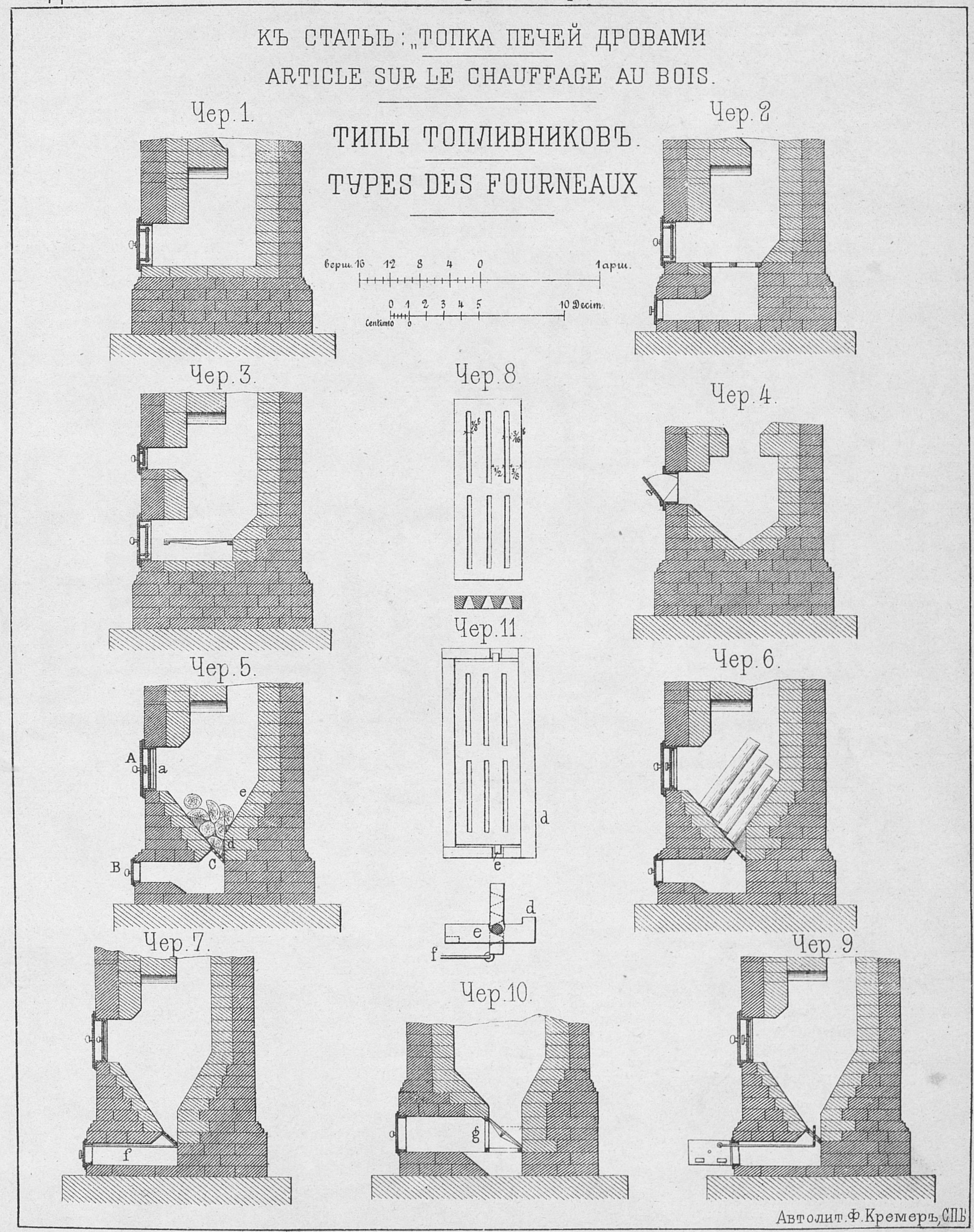
ДОМЪ
Гжи ОСОРГИНОЙ
ВЪ С.ПЕТЕРБУРГѢ.

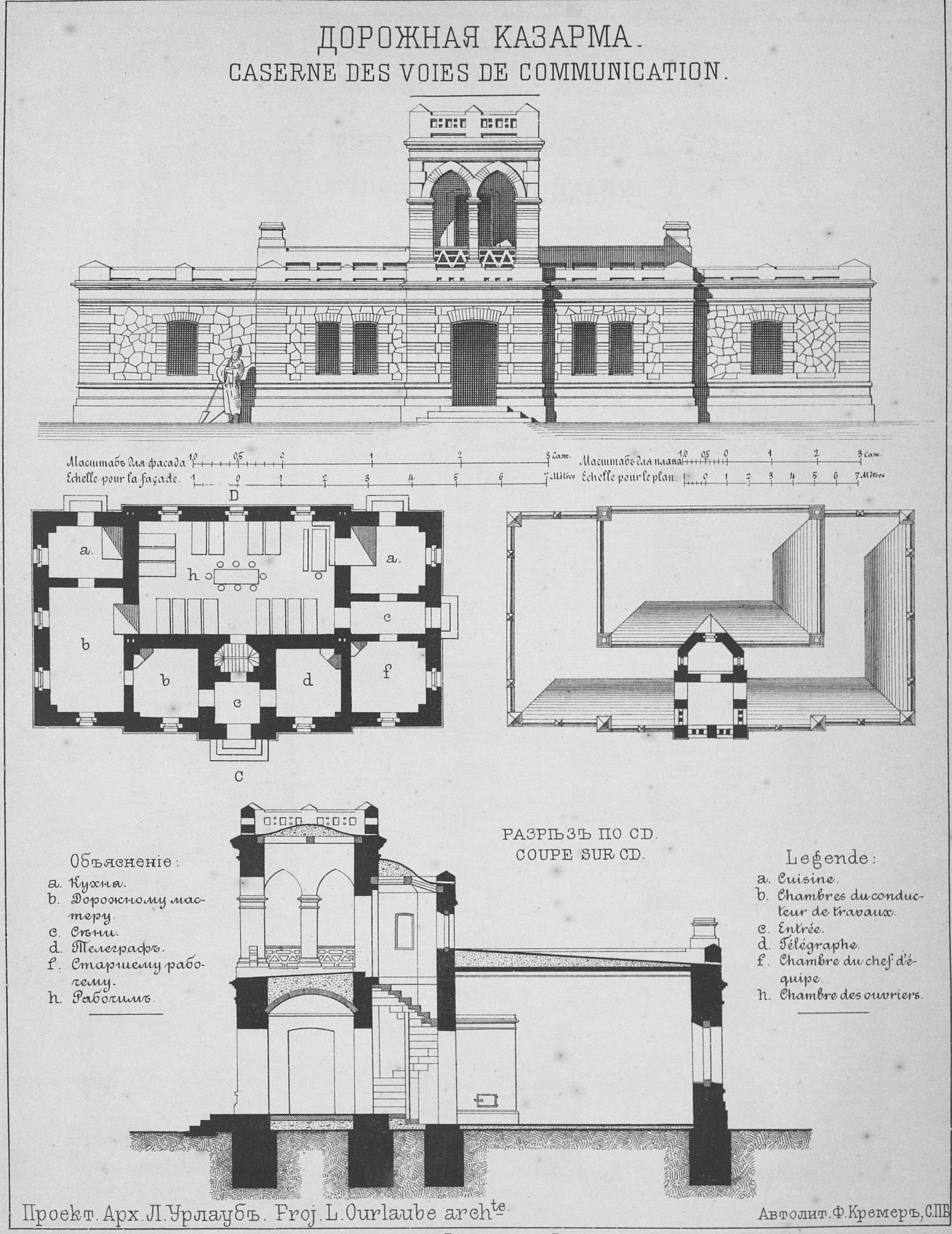
MAISON
DE Mme OSORGUINE
À S.PETERSBOURG.

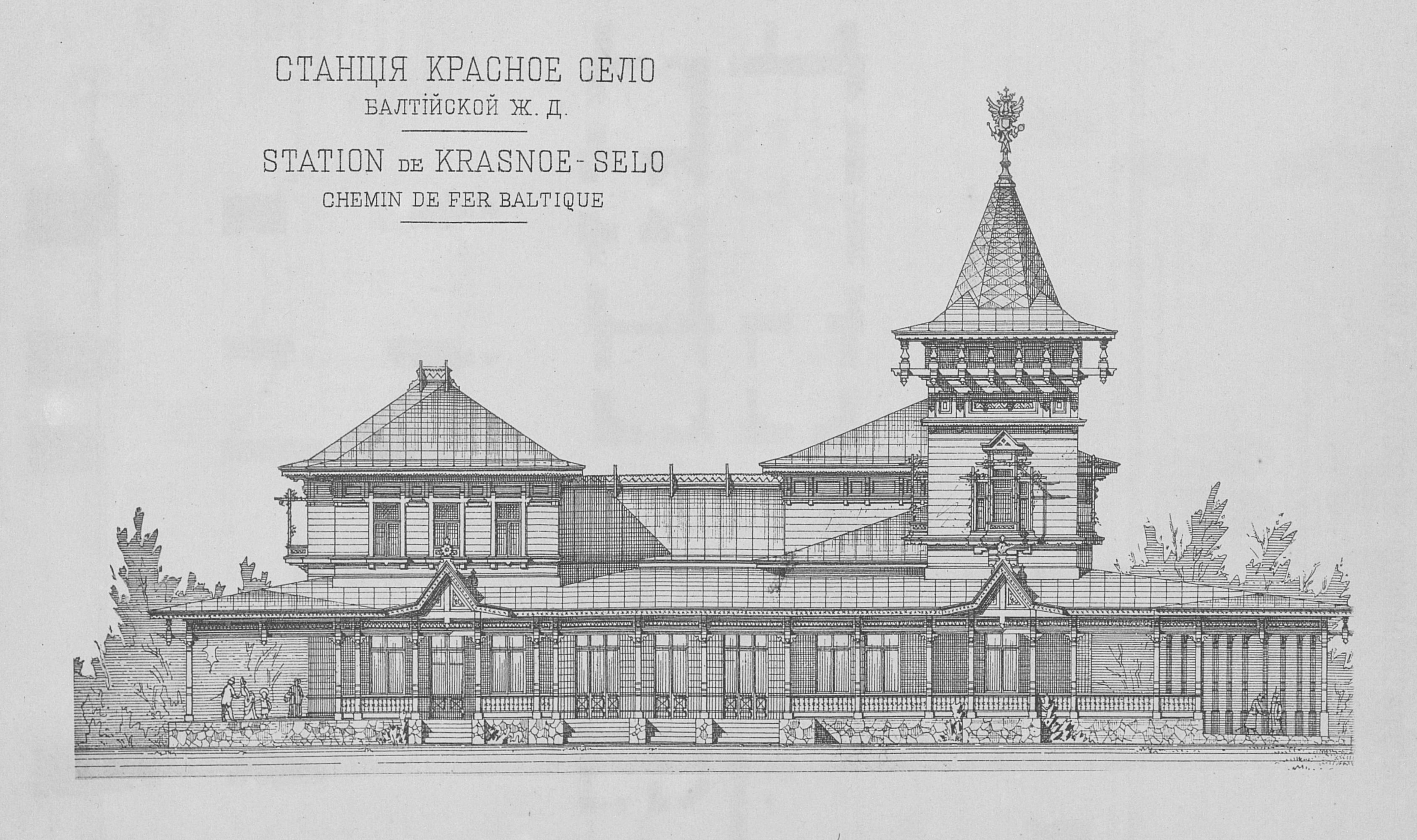
Проектъ и постр. Арх.
И.И. Шапошниковъ.

Proj. et constr. par
I. Schaposchnikoff archte

Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ.


КЪ СТАТЬѢ: „ТОПКА ПЕЧЕЙ ДРОВАМИ
ARTICLE SUR LE CHAUFFAGE AU BOIS.
ТИПЫ ТОПЛИВНИКОВЪ.
TYPES DES FOURNEAUX
Чер. 1.
Чер. 2
Чер. 3.
Чер. 4.
Чер. 5.
Чер. 6.
Чер. 7.
Чер. 8
Чер. 9.
Чер. 10.
Чер. 11.
верш. 16 12 8 4 0 1 арш.
0 1 2 3 4 5 10 Decim.
Centimo 0
A a e d c B
f
g
d e
Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ


ДОРОЖНАЯ КАЗАРМА.
CASERNE DES VOIES DE COMMUNICATION.
Масштабъ для фасада
Echelle pour la façade
Масштабъ для плана
Echelle pour le plan
D
a.
a.
h.
b
c
b
d
f
c
C
РАЗРѢЗЪ ПО CD.
COUPE SUR CD.
Объясненіе:
a. Кухня.
b. Дорожному мастеру.
c. Сѣни.
d. Телеграфъ.
f. Старшему рабочему.
h. Рабочимъ.
Legende:
a. Cuisine.
b. Chambres du conducteur de travaux.
c. Entrée.
d. Télégraphe.
f. Chambre du chef d'équipe.
h. Chambre des ouvriers.
Проект. Арх. Л. Урлаубъ. Proj. L. Ourlaube archte.
Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ



Проектъ и постр. Арх. П. Купинскій. Proj. et constr. par P. Koupinsky Archte.

Лит. Ф. Кремеръ.

ДОМЪ ДЛЯ ДВУХЪ ГОРОДСКИХЪ НАЧАЛЬНЫХЪ УЧИЛИЩЪ ВЪ С.ПЕТЕРБУРГѢ.

MAISON POUR DEUX ÉCOLE ÉLEMENTAIRE DE LA VILLE À S.PETERSBOURG.

ФАСАДЪ. — FAÇADE.

0 1 2 3 саж.

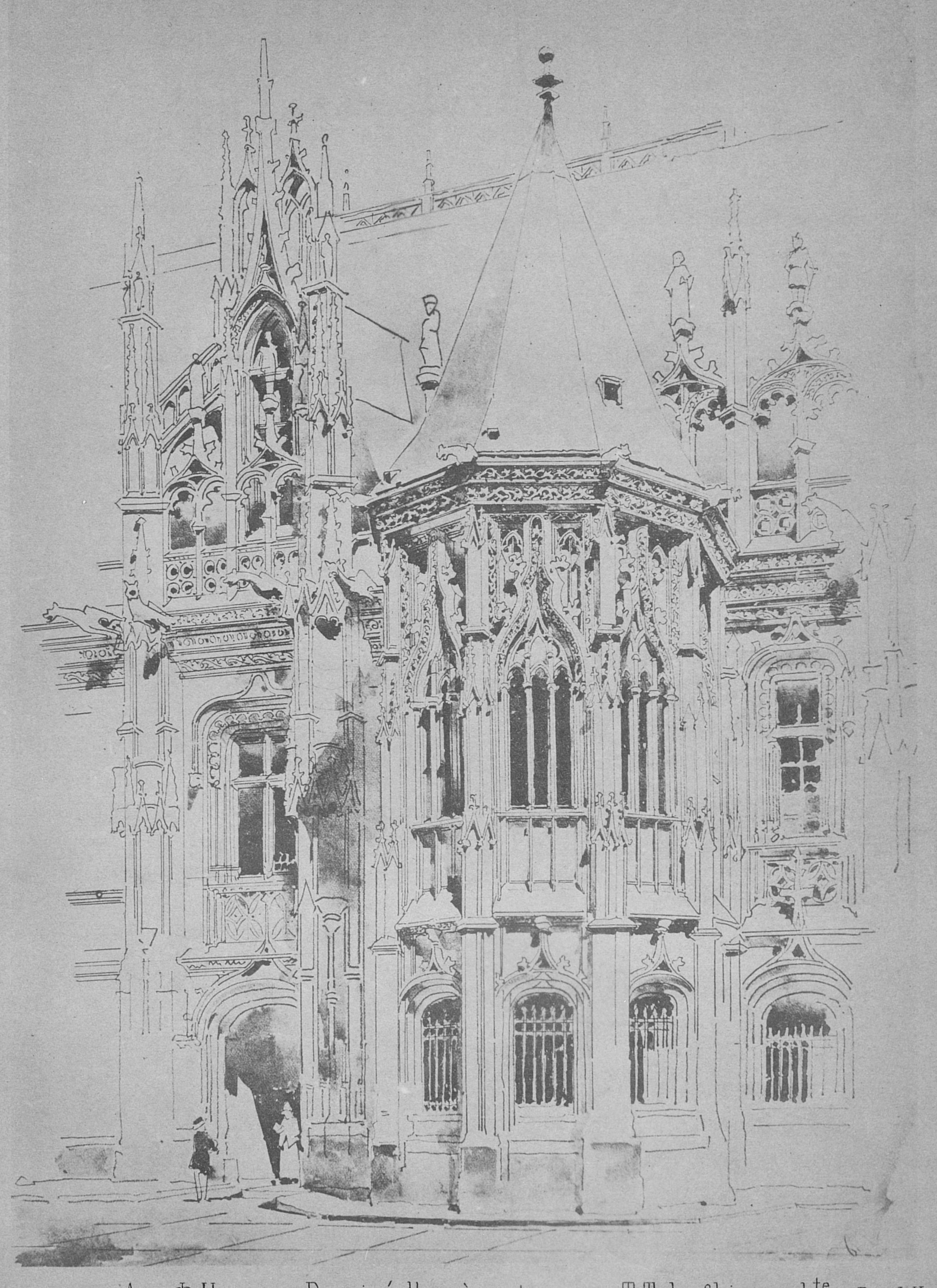
0 1 2 3 4 5 6 Mètres.

Архит. Графъ П.Ю. Сюзоръ. Comte de P.J Suzor archte.

Лит. В.Штейнъ. — СПБ.

ЗДАНІЕ СУДА [XV–XVI в.] ВЪ РУАНѢ.

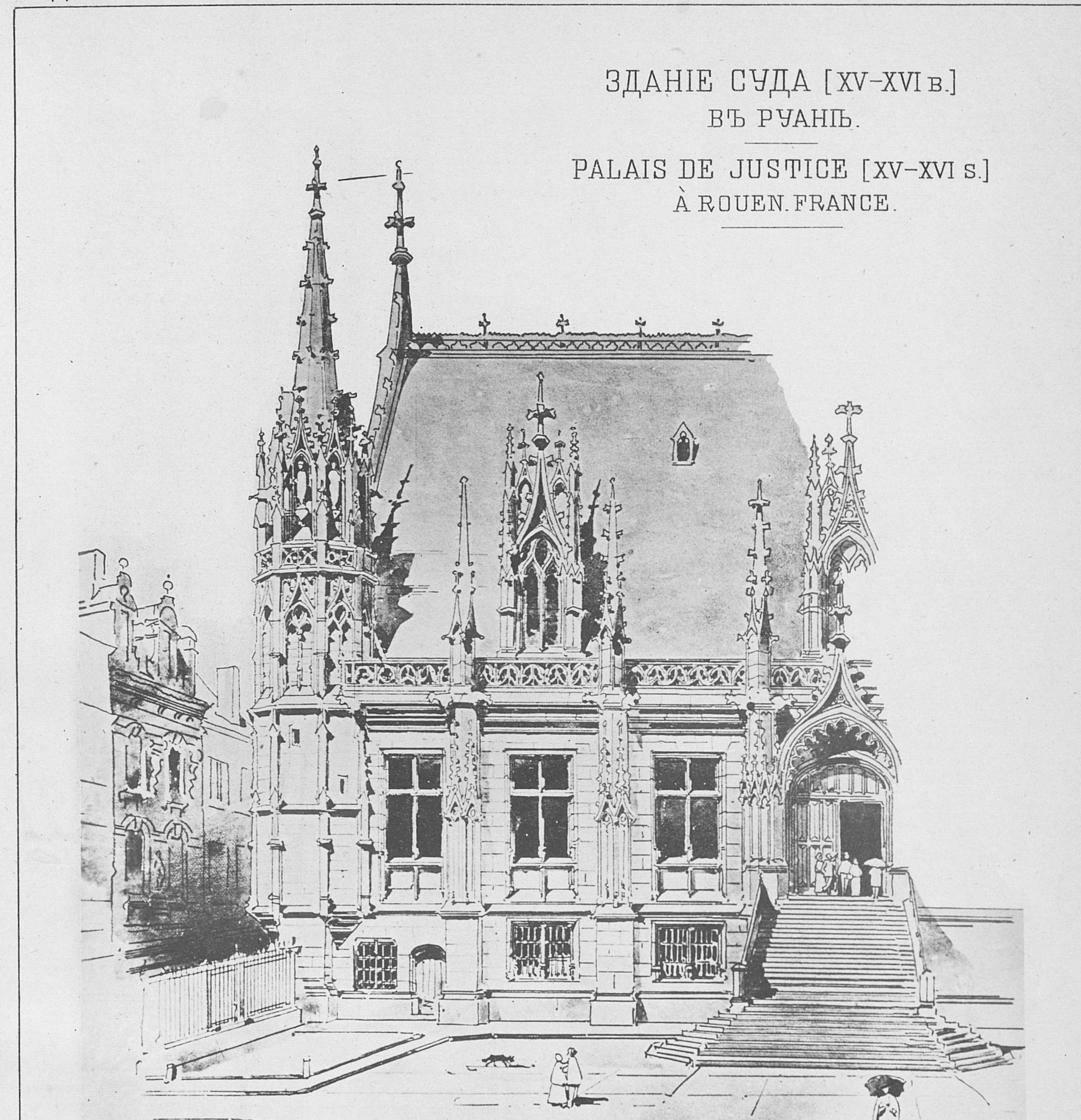
PALAIS DE JUSTICE [XV–XVI s.] À ROUEN. FRANCE.



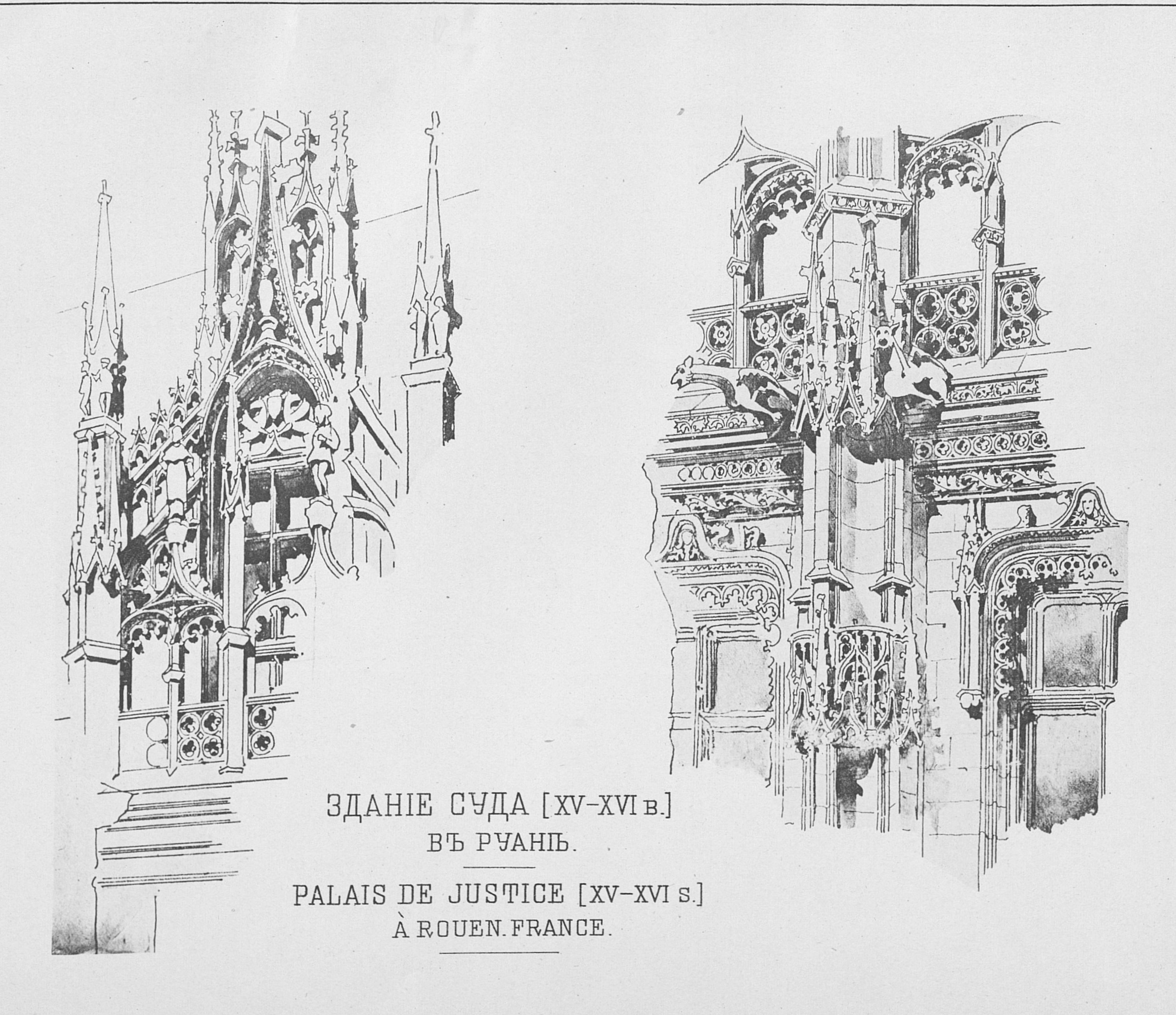
Рисов. съ натуры Арх. Ф. Чагинъ. Dessiné d'après nature par T. Tchaghine archte. Лит. Ф. Кремеръ.

ЗДАНІЕ СУДА [XV–XVI в.] ВЪ РУАНѢ.

PALAIS DE JUSTICE [XV–XVI s.] À ROUEN. FRANCE.



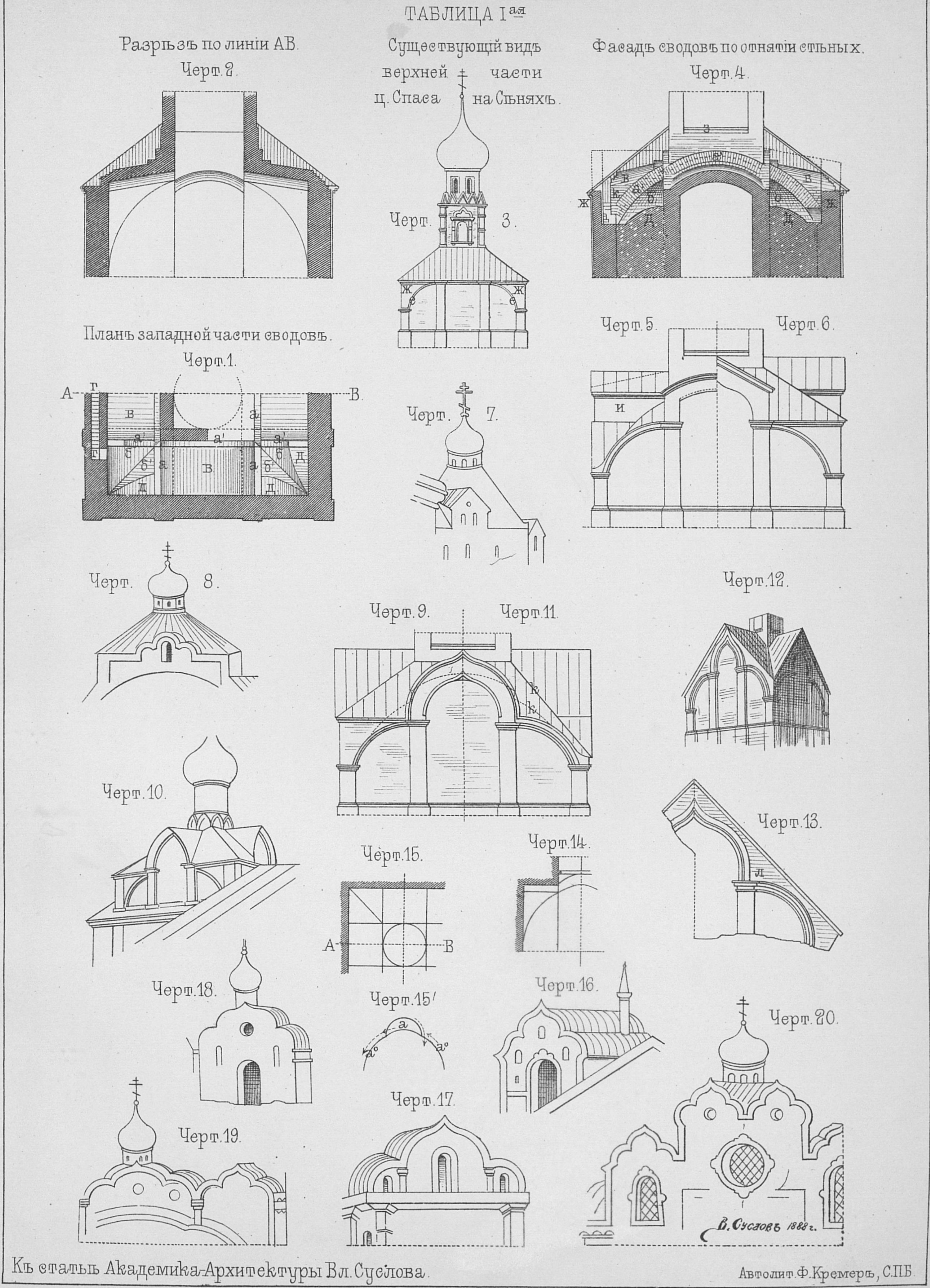
Рисов. съ натуры Арх. Ф. Чагинъ. Dessiné d'après nature par T. Tchaghine archte. Лит. Ф. Кремеръ.

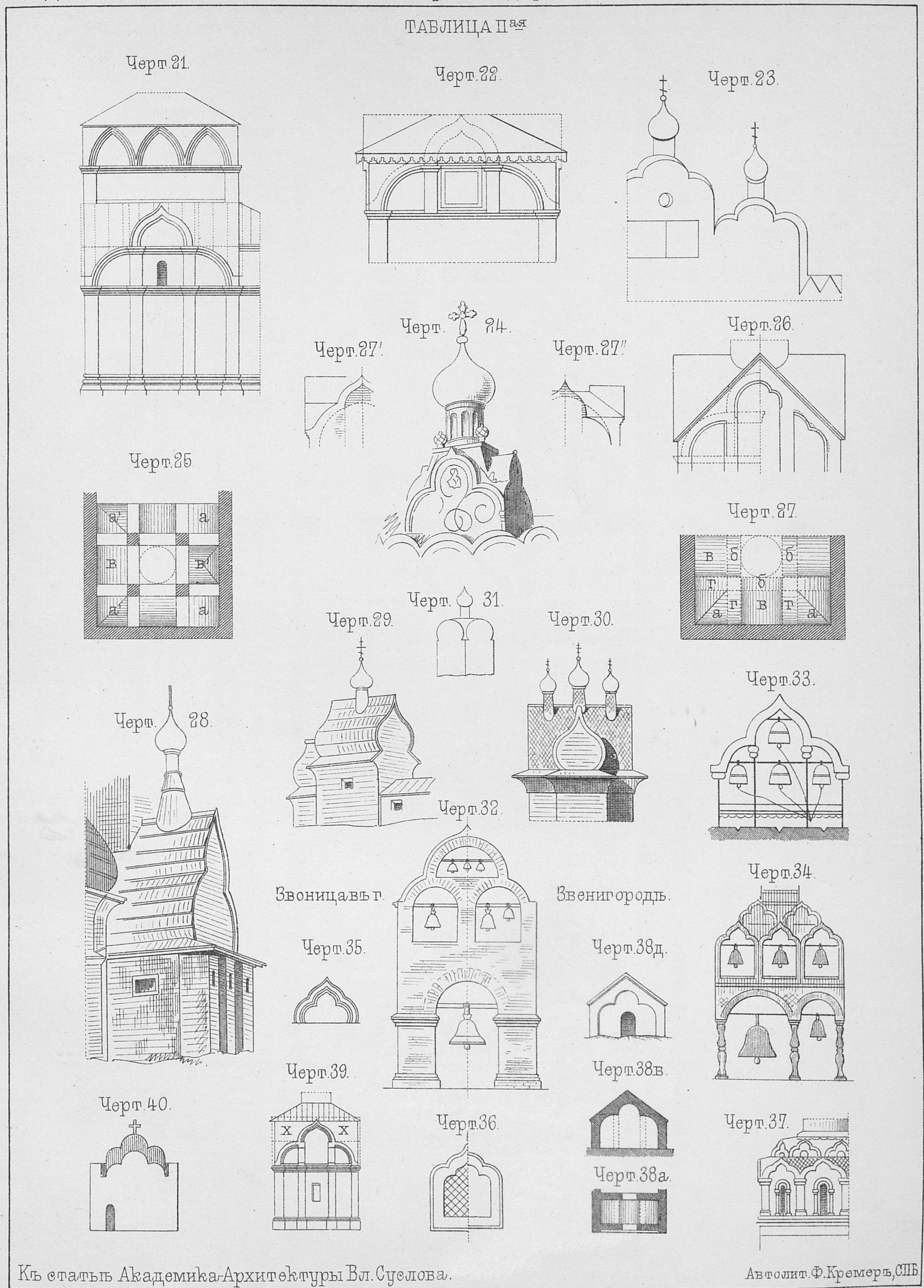


ЗДАНІЕ СУДА [XV-XVI в.]
ВЪ РУАНѢ.

PALAIS DE JUSTICE [XV-XVI s.]
À ROUEN. FRANCE.

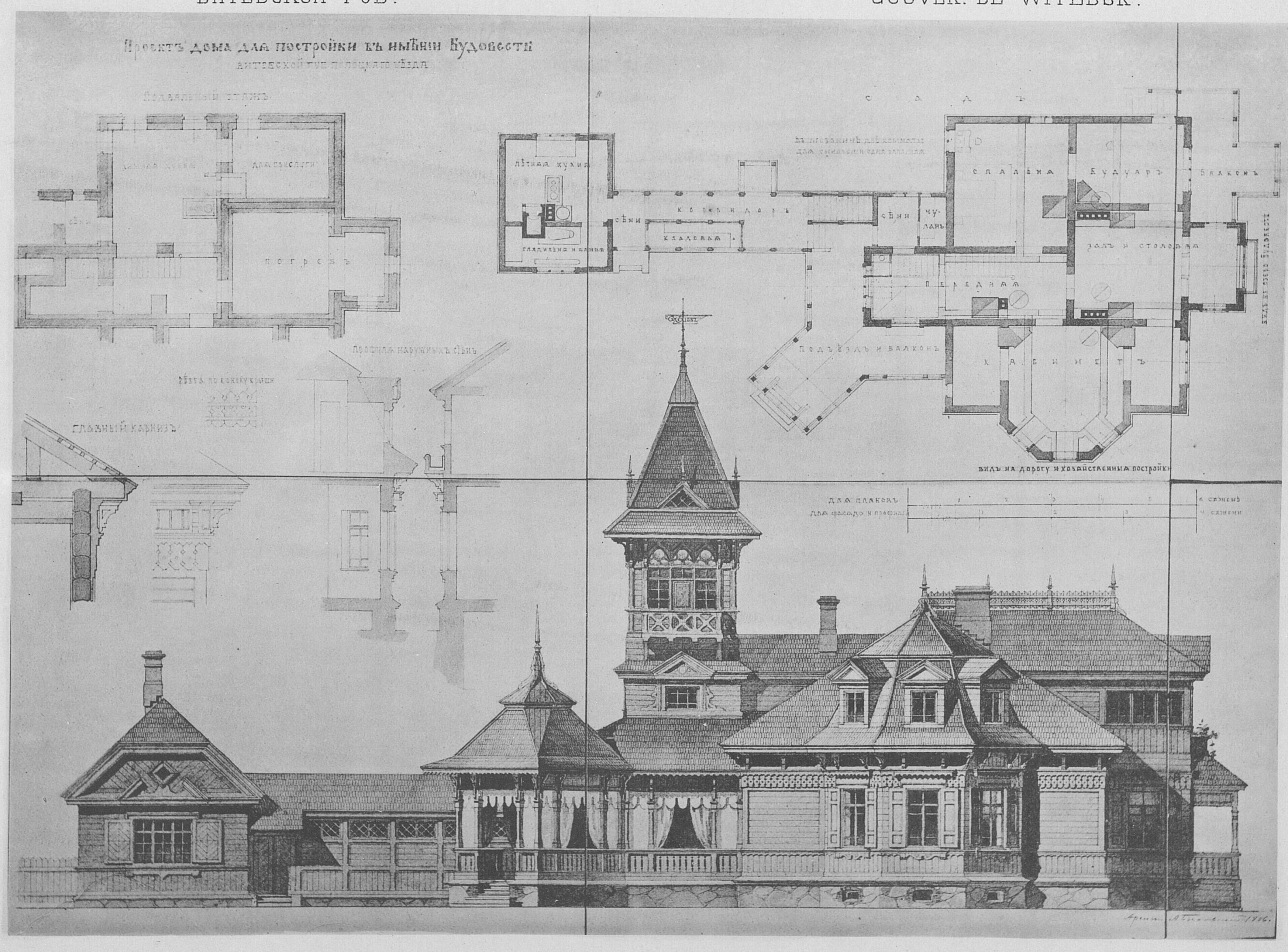
Рисов. съ натуры Арх. Ф. Чагинъ. Dessiné d'après nature par T. Tchaghine archte   Лит. Ф. Кремеръ, СПБ.


ТАБЛИЦА Iая
Разрѣзъ по линіи АВ.
Черт. 2.
Существующій видъ верхней части ц. Спаса на Сѣняхъ.
Черт. 3.
Фасадъ сводовъ по отнятіи стѣнъ.
Черт. 4.
Планъ западной части сводовъ.
Черт. 1.
Черт. 5.
Черт. 6.
Черт. 7.
Черт. 8.
Черт. 9.
Черт. 11.
Черт. 12.
Черт. 10.
Черт. 13.
Черт. 14.
Черт. 15.
Черт. 15'
Черт. 16.
Черт. 17.
Черт. 18.
Черт. 19.
Черт. 20.
В. Сусловъ 1888 г.
Къ статьѣ Академика-Архитектуры Вл. Суслова
Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.


ТАБЛИЦА IIая
Черт. 21.
Черт. 22.
Черт. 23.
Черт. 24.
Черт. 27'.
Черт. 27''.
Черт. 26.
Черт. 25.
а'
а
в
в'
а'
а
Черт. 27.
в
б
б'
г
б
а
г
в
г
а
Черт. 31.
Черт. 29.
Черт. 30.
Черт. 33.
Черт. 28.
Черт. 32.
Звоница въ г. Звенигородъ.
Черт. 34.
Черт. 35.
Черт. 38д.
Черт. 39.
Черт. 38в.
Черт. 40.
Черт. 36.
Черт. 37.
Черт. 38а.
Къ статьѣ Академика-Архитектуры Вл. Суслова.
Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ

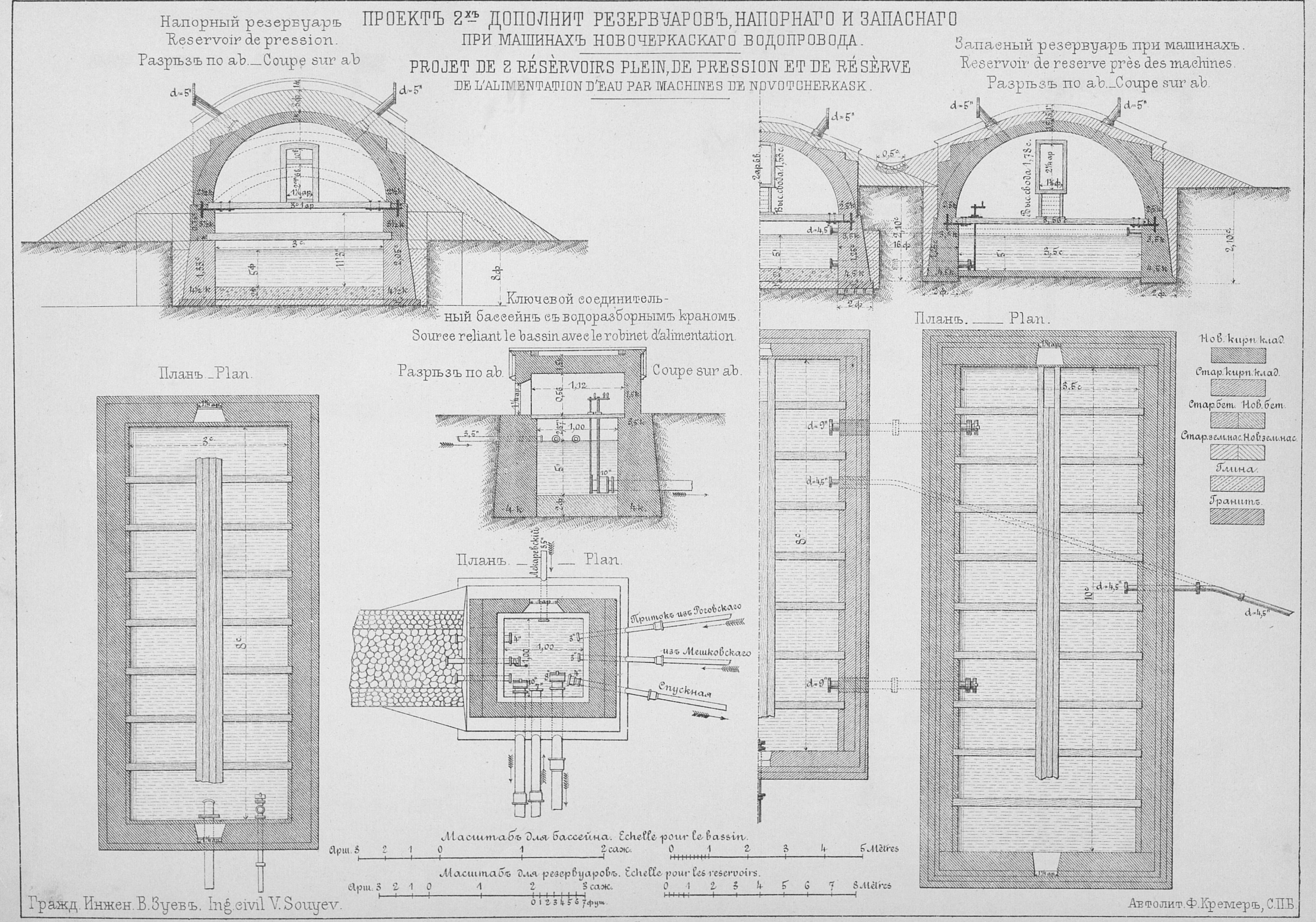
ДОМЪ ВЪ ИМѢНІИ БУДОВЕСТЪ
ВИТЕБСКОЙ ГУБ.

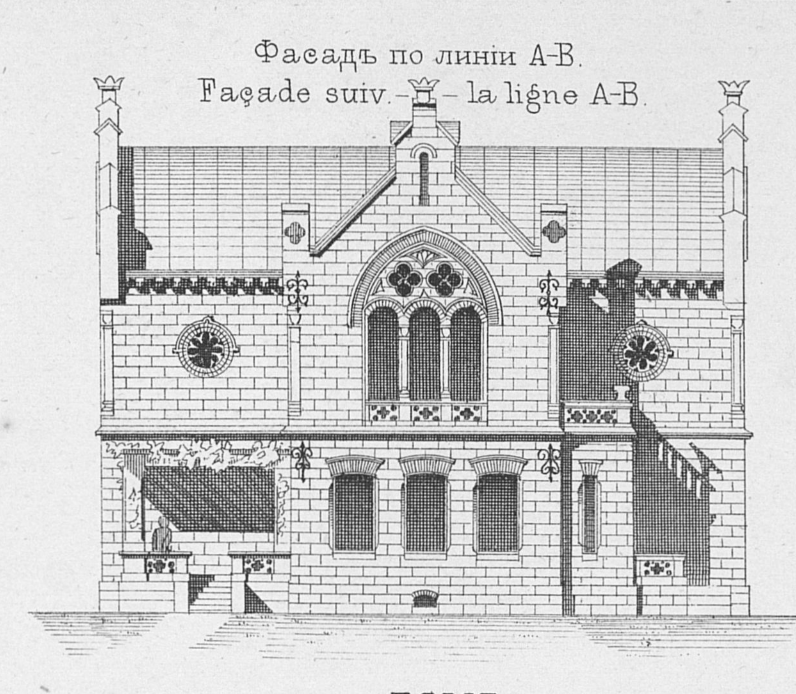
MAISON DU BIEN BOUDOWEST
GOUVER. DE WITEBSK.

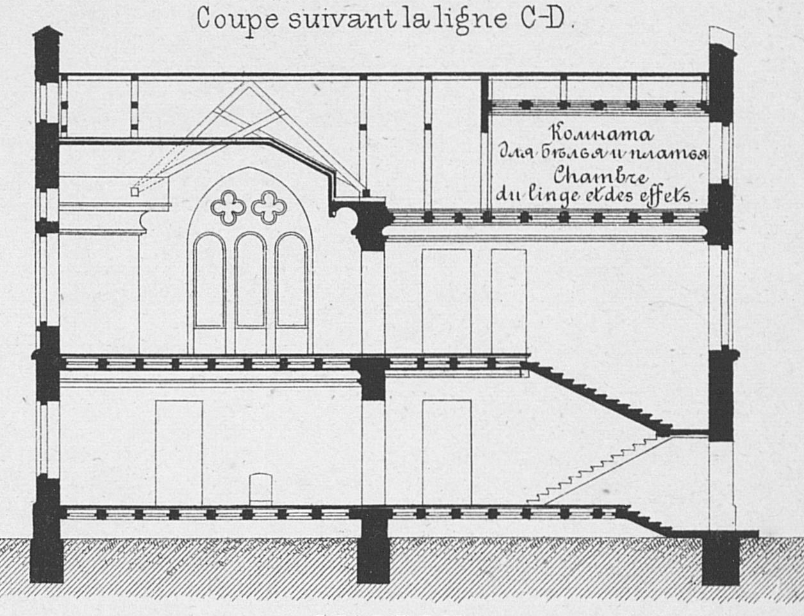


Проект. Арх. А. Быковскiи. Proj. par A.. Bikowsky Archte.

Лит. Ф. Кремеръ.


ПРОЕКТЪ 2хъ ДОПОЛНИТ РЕЗЕРВУАРОВЪ, НАПОРНАГО И ЗАПАСНАГО
ПРИ МАШИНАХЪ НОВОЧЕРКАСКАГО ВОДОПРОВОДА.
PROJET DE 2 RÉSERVOIRS PLEIN, DE PRESSION ET DE RÉSERVE
DE L'ALIMENTATION D'EAU PAR MACHINES DE NOVOTCHERKASK.
Напорный резервуаръ
Reservoir de pression.
Разрѣзъ по ab._Coupe sur ab
Запасный резервуаръ при машинахъ.
Reservoir de reserve près des machines.
Разрѣзъ по ab._Coupe sur ab.
Ключевой соединительный бассейнъ съ водоразборнымъ краномъ.
Source reliant le bassin avec le robinet d'alimentation.
Разрѣзъ по ab.
Coupe sur ab.
Планъ_Plan.
Планъ. — Plan.
Планъ. — Plan.
Притокъ изъ Роговскаго
изъ Мешковскаго
Спускная
Лазаревскій
Нов. кирп. клад.
Стар. кирп. клад.
Стар. бет. Нов. бет.
Стар. земл. нас. Нов. земл. нас.
Глина.
Гранитъ.
Масштабъ для бассейна. Echelle pour le bassin.
Арш. 3 2 1 0 1 2 саж.
0 1 2 3 4 5 Mètres
Масштабъ для резервуаровъ. Echelle pour les reservoirs.
Арш. 3 2 1 0 1 2 3 саж.
0 1 2 3 4 5 6 7 фут.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 Mètres
Гражд. Инжен. В. Зуевъ. Ing. civil V. Souyev.
Автолит. Ф. Кремеръ, С.ПБ.





ДОМЪ ПРИ ШКОЛѢ ДЛЯ ИНТЕРНОВЪ ОБЩЕСТВА САДОВОДСТВА ВЪ ОДЕССѢ.

MAISON DE L'ÉCOLE DES INTERNES DE LA SOCIÉTÉ JARDINIÈRE D'ODESSA.

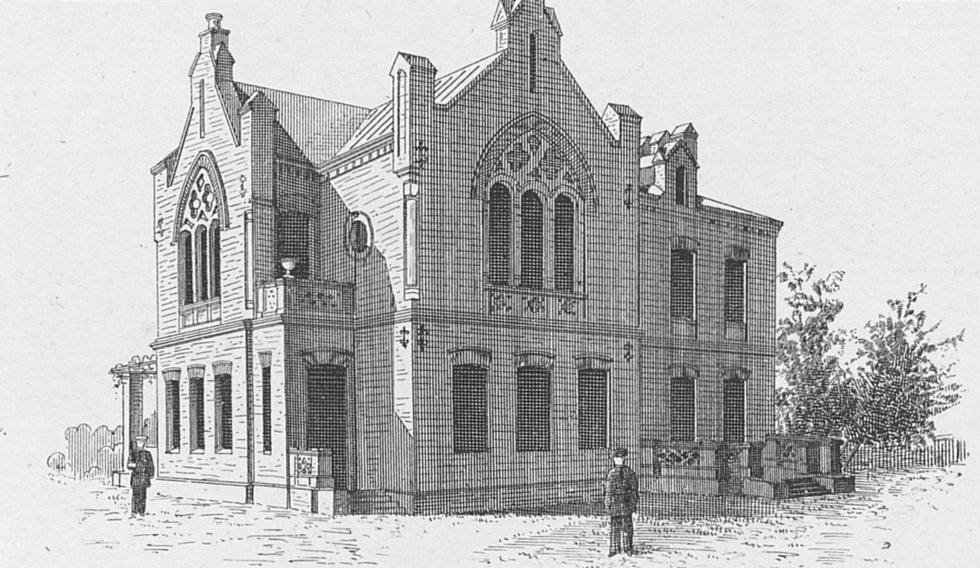
Объясненіе:

I этажъ.

1. Столовая.
2. Сѣни.
3. Канцелярія.
4-7. Квартира Управляющаго.
8. Терраса.
9. Лѣстница.
10. Кухня.
11. Для кухарки.
12. Кладовая.
13. Ретирадъ.
14. Бесѣдка.

II этажъ.

1. Спальня на 20 кроватей.
2. Умывальники.
3. Балконъ.
4-6. Квартира Учителю.
7. Лѣстница на чердакъ.
8. Комната для больнаго.



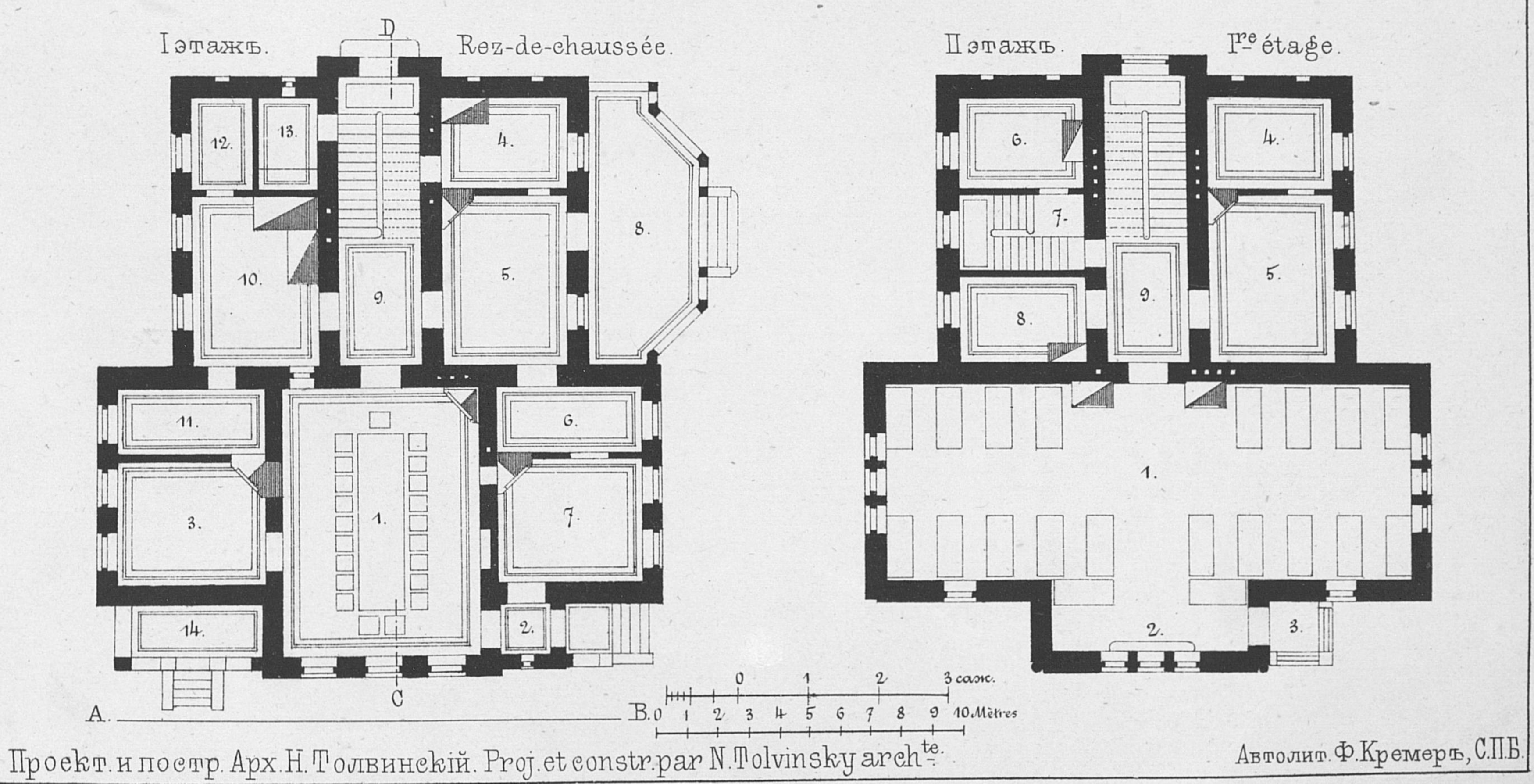
Legende:

Rez-de-chaussée

1. Salle à manger.
2. Entrée.
3. Chancellerie.
4-7. Logement de l'intendant.
8. Terrasse.
9. Escalier.
10. Cuisine.
11. Pour la cuisinière.
12. Dépôt.
13. Lieux d'aisance.
14. Veranda.

Ire étage.

1. Chambre à coucher pour 20 lits.
2. Lavabos.
3. Balcon.
4-6. Logement de l'instituteur.
7. Escalier du grenier.
8. Chambre de malade.

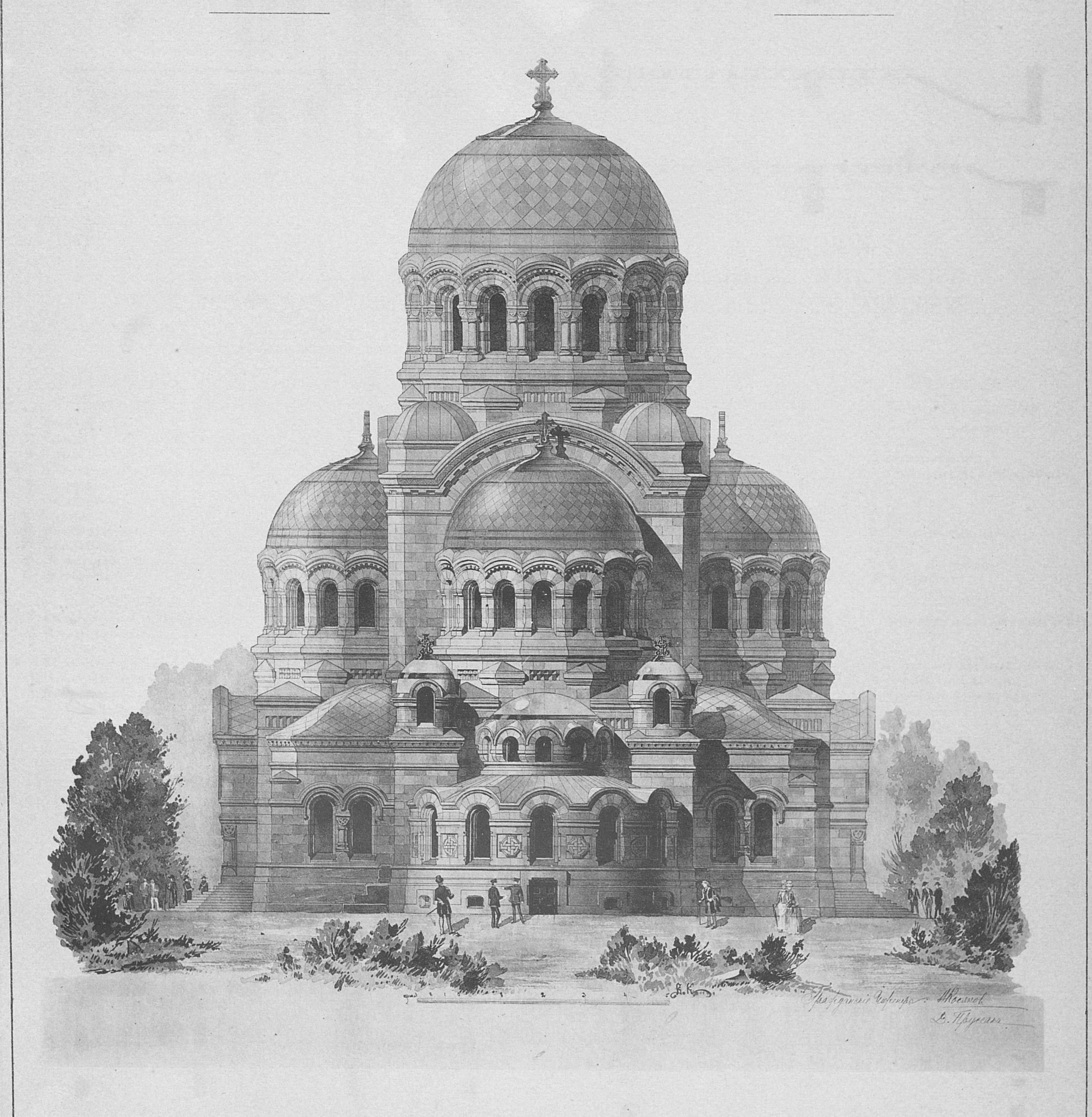


Проектъ. и постр. Арх. Н. Толвинскій. Proj. et constr. par N. Tolvinsky archte.

Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

НОВАЯ ЦЕРКОВЬ БОЖЬЕЙ МАТЕРИ въ С.Петербургѣ.

NOUVELLE ÉGLISE DE NOTRE-DAME À S.PETERSBOURG.



Проект. и стр. Гр. Инж. В. Косяковъ. и Д. Пруссакъ. Proj. et constr. par V. Kosiakow et D. Prussac ing^rs civ. Фототипія В. Штейнъ, СПБ. Почтамтская 13.

НОВАЯ ЦЕРКОВЬ БОЖІЕЙ МАТЕРИ ВЪ С. ПЕТЕРБУРГѢ.

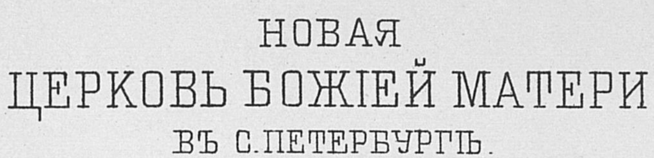
NOUVELLE ÉGLISE DE NOTRE-DAME À S.PETERSBOURG.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 Mètres.

Проектъ и постр. Гражд. Инж. В. Косяковъ и Д. Пруссакъ. Proj. et constr. par W. Kosiakoff et D. Prussac ing. civ.

Фототипія В. И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13 СПБ.



НОВАЯ
ЦЕРКОВЬ БОЖІЕЙ МАТЕРИ
ВЪ С.ПЕТЕРБУРГѢ.

NOUVELLE
ÉGLISE DE NOTRE-DAME
À S.PETERSBOURG.

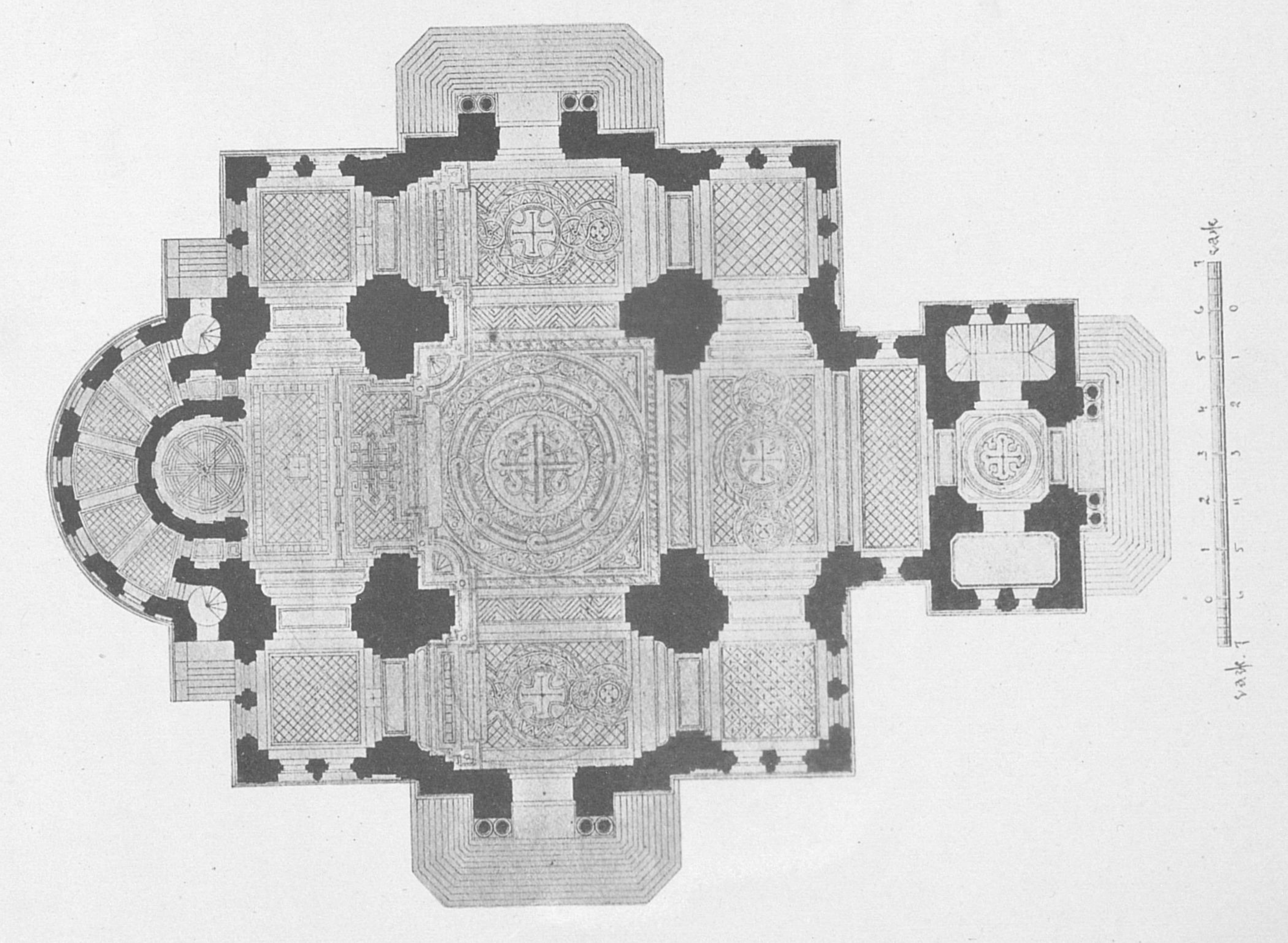
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 Mètres.

Проект. и постр. Гражд. Инж. В. Косяковъ и Д. Пруссакъ. Proj. et constr. par W. Kosiakoff et D. Prussac ing. civ.

Фототипія В.И.Штейнъ.

НОВАЯ
ЦЕРКОВЬ БОЖЬЕЙ МАТЕРИ
ВЪ С.ПЕТЕРБУРГѢ.

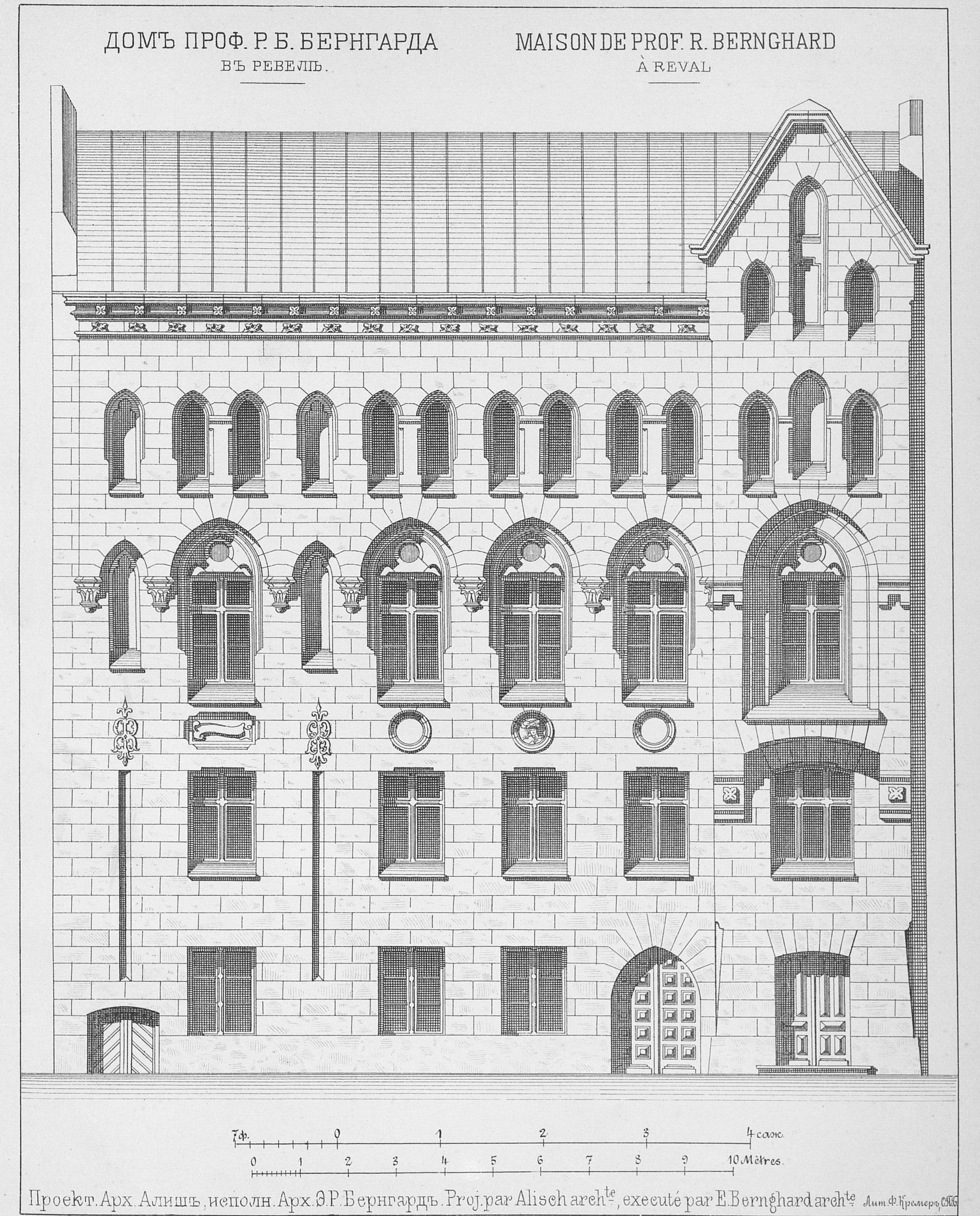
NOUVELLE
ÉGLISE DE NOTRE-DAME
À S.PETERSBOURG.

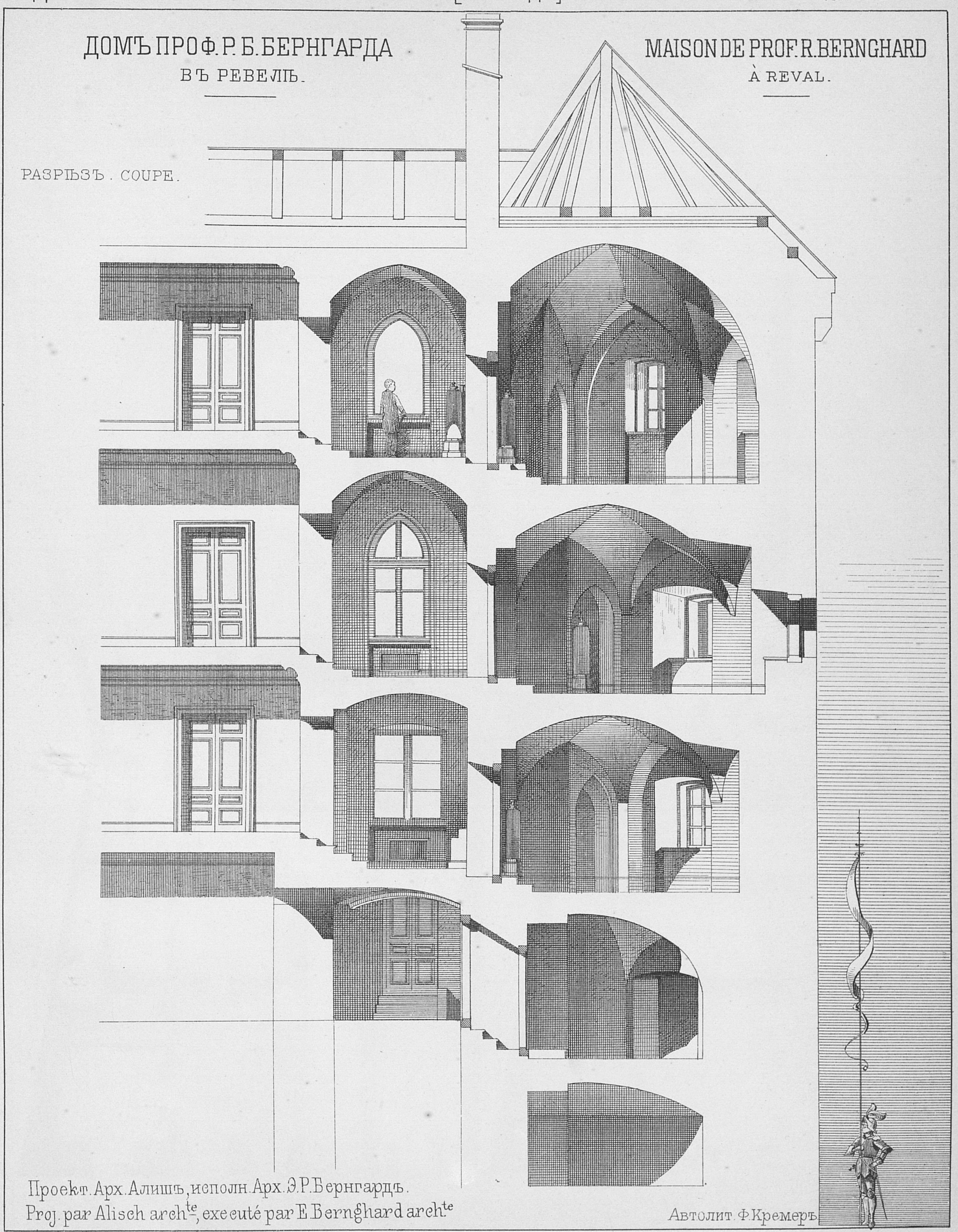


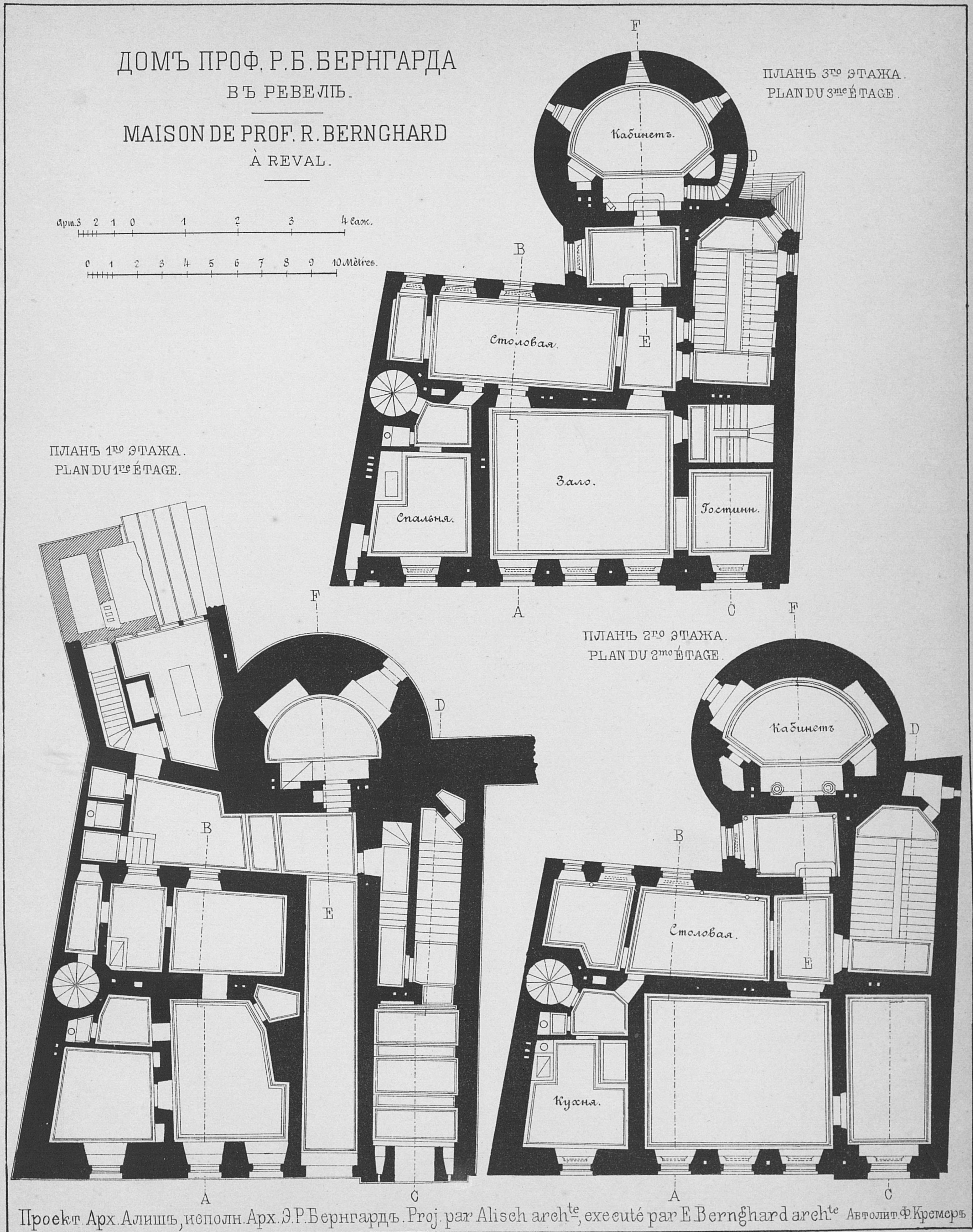
Проект. и постр. Гражд. Инж. В. Косяковъ и Д. Пруссакъ. Proj. et constr. par W. Kosiakoff et D. Prussack ing. civil.



Рис. съ натуры Гр. Инж. Ивановъ-Шицъ. Dessiné d'après nature par Iwanoff-Schutz Ing. civ. Фототипія Штейнъ, СПБ.

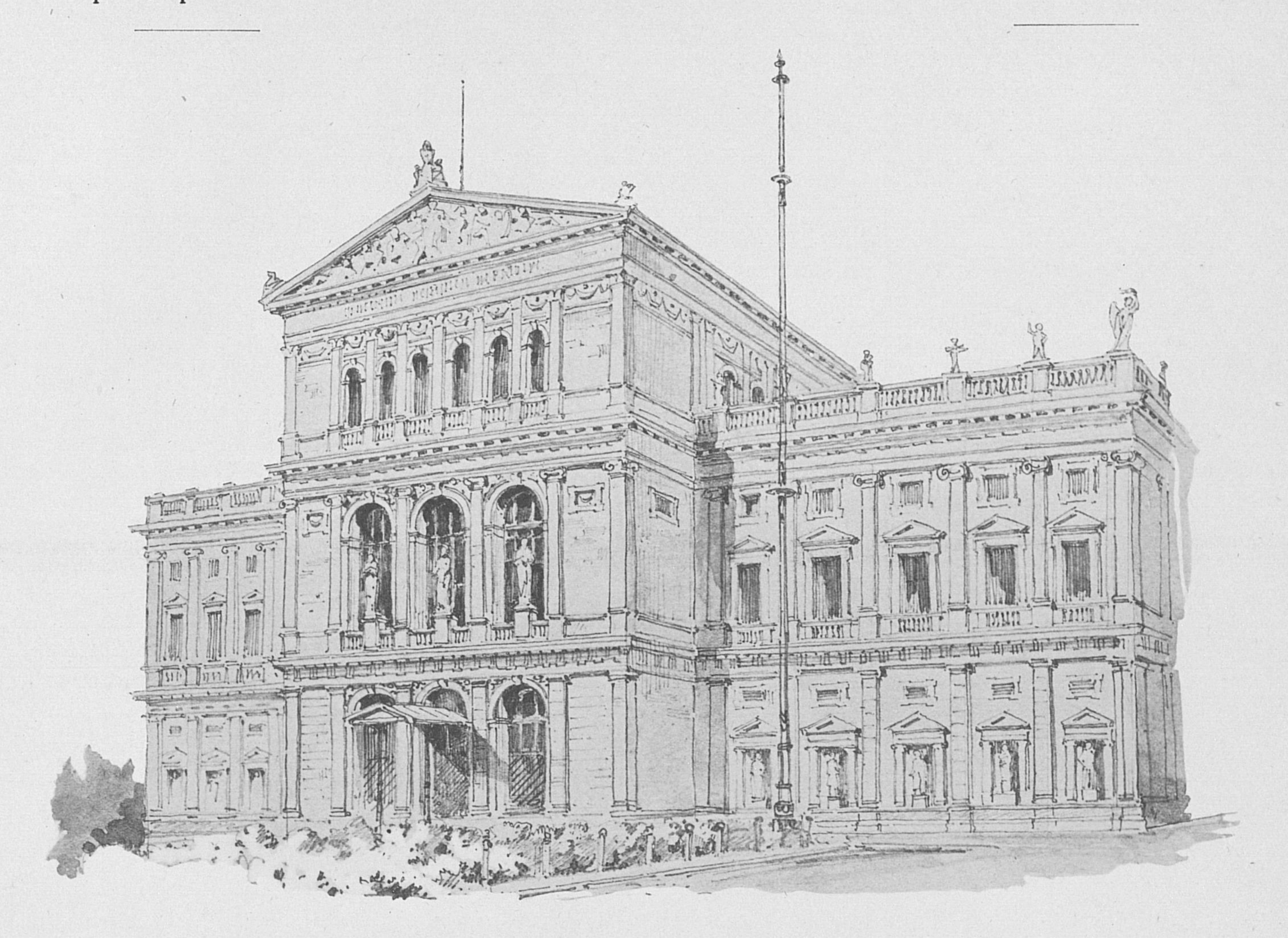

ДОМЪ ПРОФ. Р. Б. БЕРНГАРДА
ВЪ РЕВЕЛѢ.
MAISON DE PROF. R. BERNGHARD
À REVAL
7ф. 0 1 2 3 4 саж.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mètres.
Проектъ Арх. Алишъ, исполн. Арх. Э. Р. Бернгардъ. Proj. par Alisch archte, executé par E. Bernghard archte.
Лит. Ф. Кремеръ, СПб.


ДОМЪ ПРОФ. Р. Б. БЕРНГАРДА
ВЪ РЕВЕЛѢ.
MAISON DE PROF. R. BERNGHARD
À REVAL.
РАЗРѢЗЪ. COUPE.
Проект. Арх. Алишъ, исполн. Арх. Э. Р. Бернгардъ.
Proj. par Alisch archte, exécuté par E. Bernghard archte
Автолит. Ф. Кремеръ



Проект. Арх. Алишъ, исполн. Арх. Э. Р. Бернгардъ. Proj. par Alisch archte, exécuté par E. Bernghard archte. Автолит. Ф. Кремеръ

Консерваторія въ Вѣнѣ. Conservatoire de Vienne.



Вокзалъ въ Цюрихѣ. Gare de Zurich.

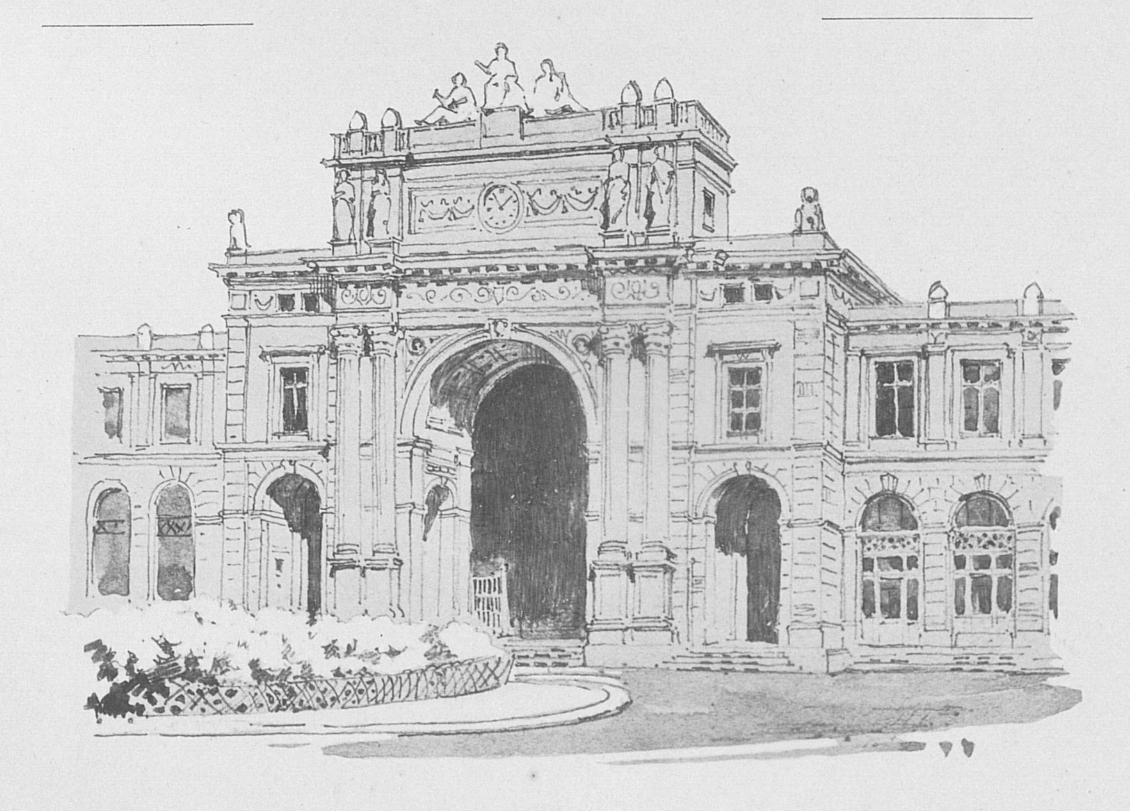


Рис. съ натуры Гр. Инж. Ивановъ-Шицъ. Dessiné d'après nature par Iwanoff-Schütz Ing. civ. Фототипія Штейнъ, СПБ.

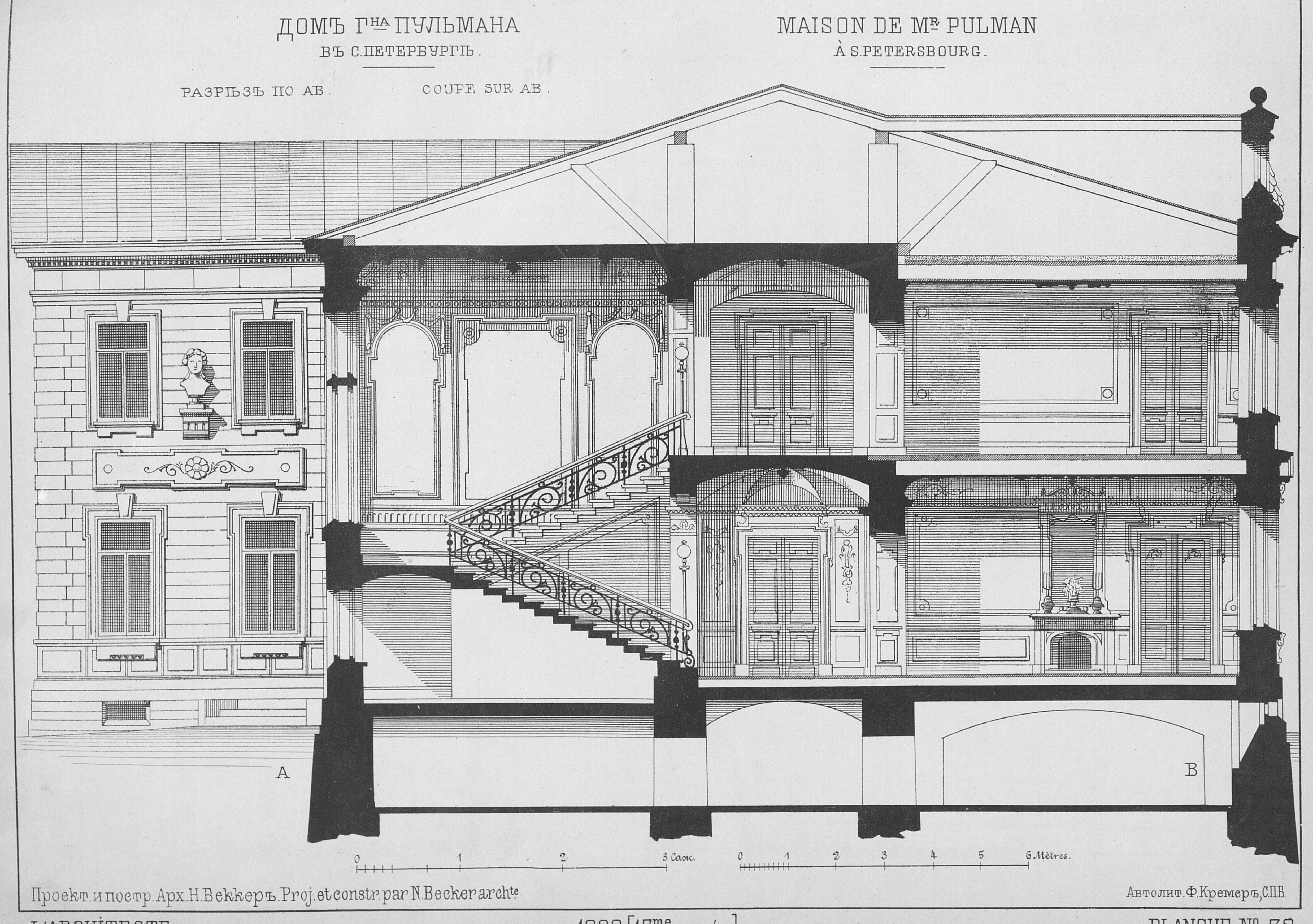
ДОМЪ Г-НА ПУЛЬМАНА
ВЪ С. ПЕТЕРБУРГѢ.

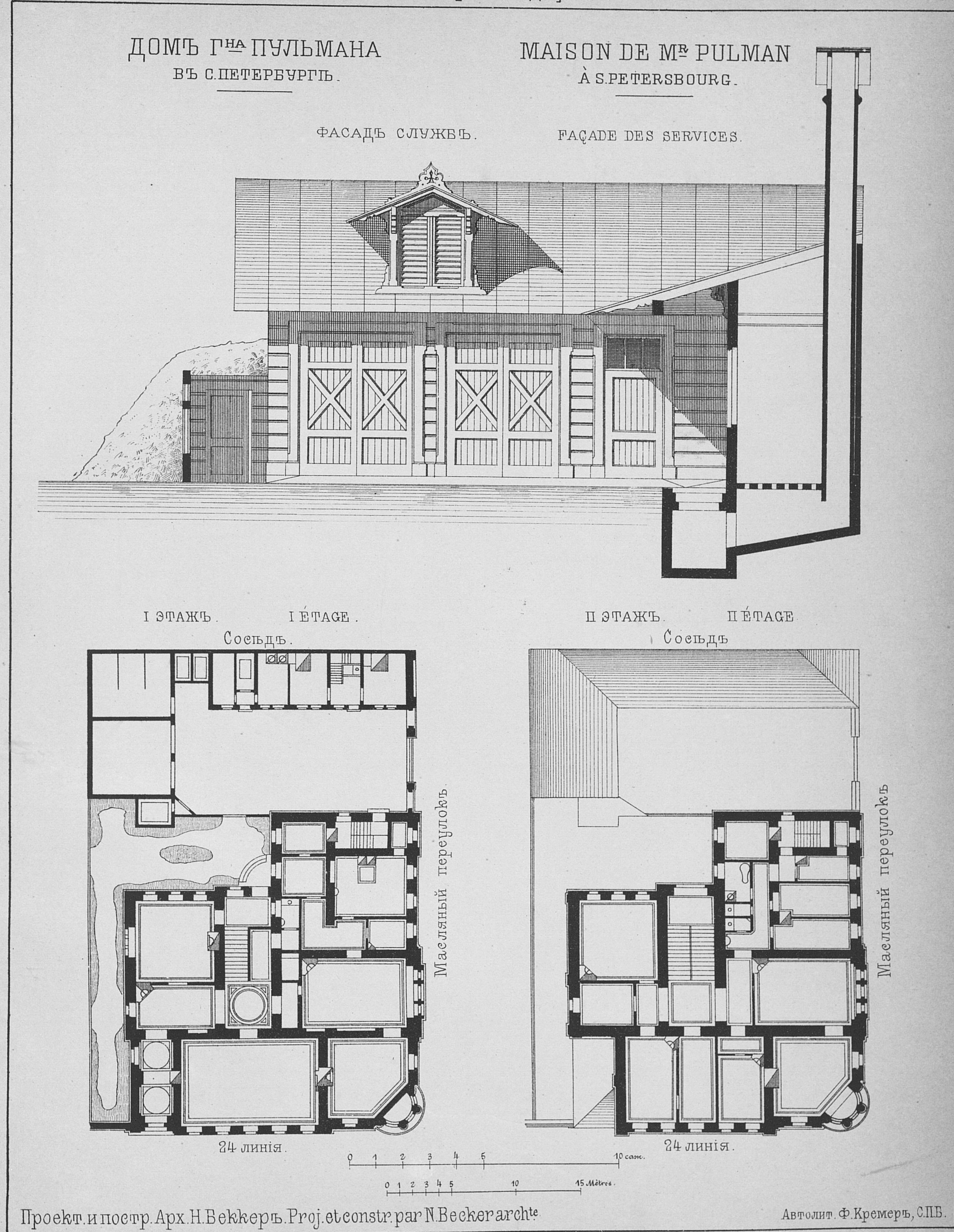
MAISON DE M-R PULMAN
À S. PETERSBOURG.

Арш. 3 2 1 0 1 2 саж.
1 0 1 2 3 4 5 Mètres

Проект. и постр. Арх. Н. Беккеръ. Proj. et constr. par N. Becker arch-te.

Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ.


ДОМЪ Гна ПУЛЬМАНА
ВЪ С.ПЕТЕРБУРГѢ.
MAISON DE Mr PULMAN
À S.PETERSBOURG.
РАЗРѢЗЪ ПО АВ.
COUPE SUR AB.
A
B
0 1 2 3 Саж.
0 1 2 3 4 5 6 Mètres.
Проект. и постр. Арх. Н. Беккеръ. Proj. et constr. par N. Becker archte
Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ.



ДОМЪ Гна ПУЛЬМАНА
ВЪ С. ПЕТЕРБУРГѢ.
MAISON DE Mr PULMAN
À S. PETERSBOURG.
ФАСАДЪ СЛУЖБЪ.
FAÇADE DES SERVICES.
I ЭТАЖЪ.
I ÉTAGE.
Сосѣдъ.
II ЭТАЖЪ.
II ÉTAGE
Сосѣдъ
Масляный переулокъ
Масляный переулокъ
24 линія.
24 линія.
0 1 2 3 4 5 10 саж.
0 1 2 3 4 5 10 15 Mètres.
Проект. и постр. Арх. Н. Беккеръ. Proj. et constr. par N. Becker archte.
Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

Вѣнскій театръ. Théâtre de Vienne.

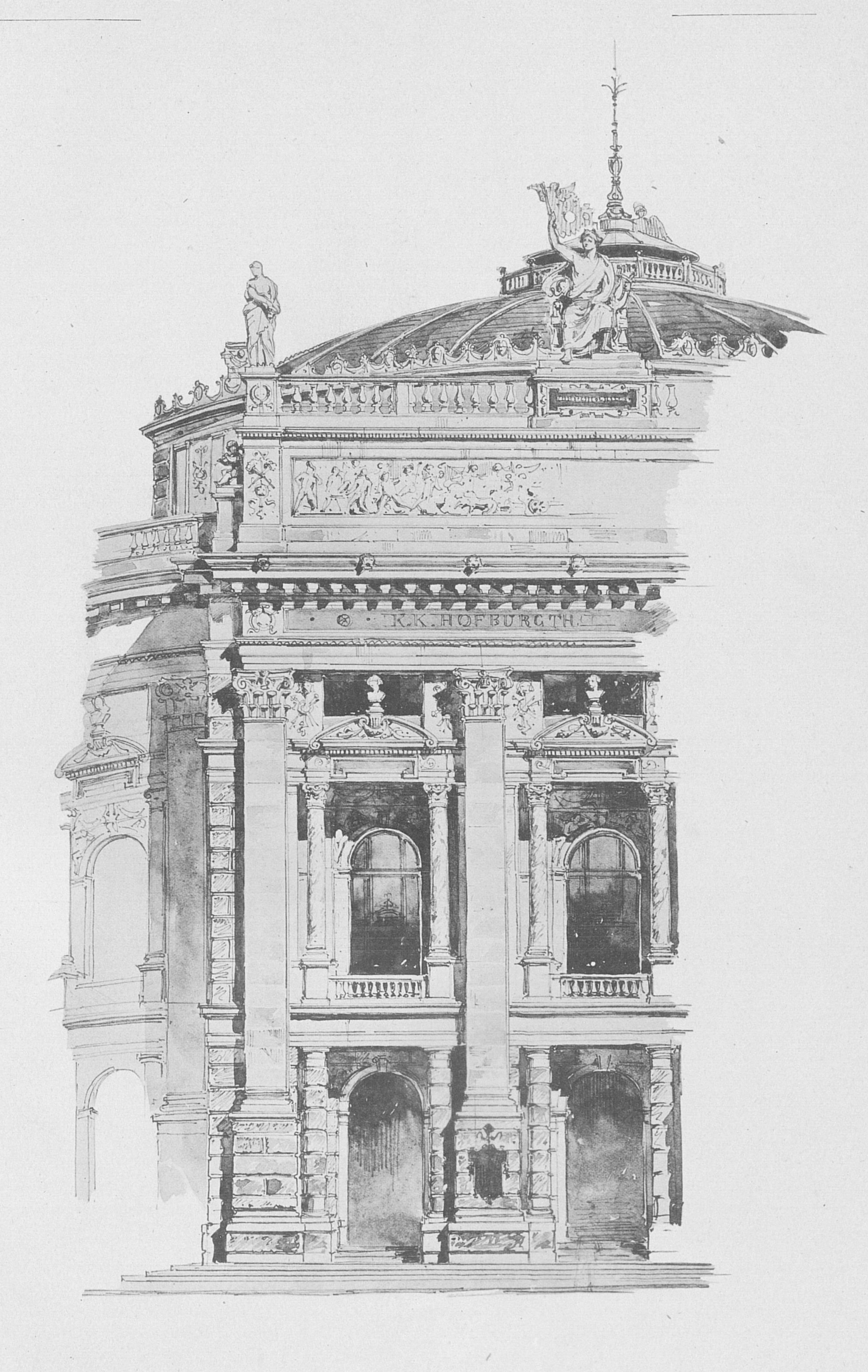


Рис. Гр. Инж. Ивановъ-Шицъ. Dessiné par Iwanoff-Schutz Ing. civ. Фототипія В. Штейнъ, СПБ.

Вѣнскій театръ. Théâtre de Vienne.

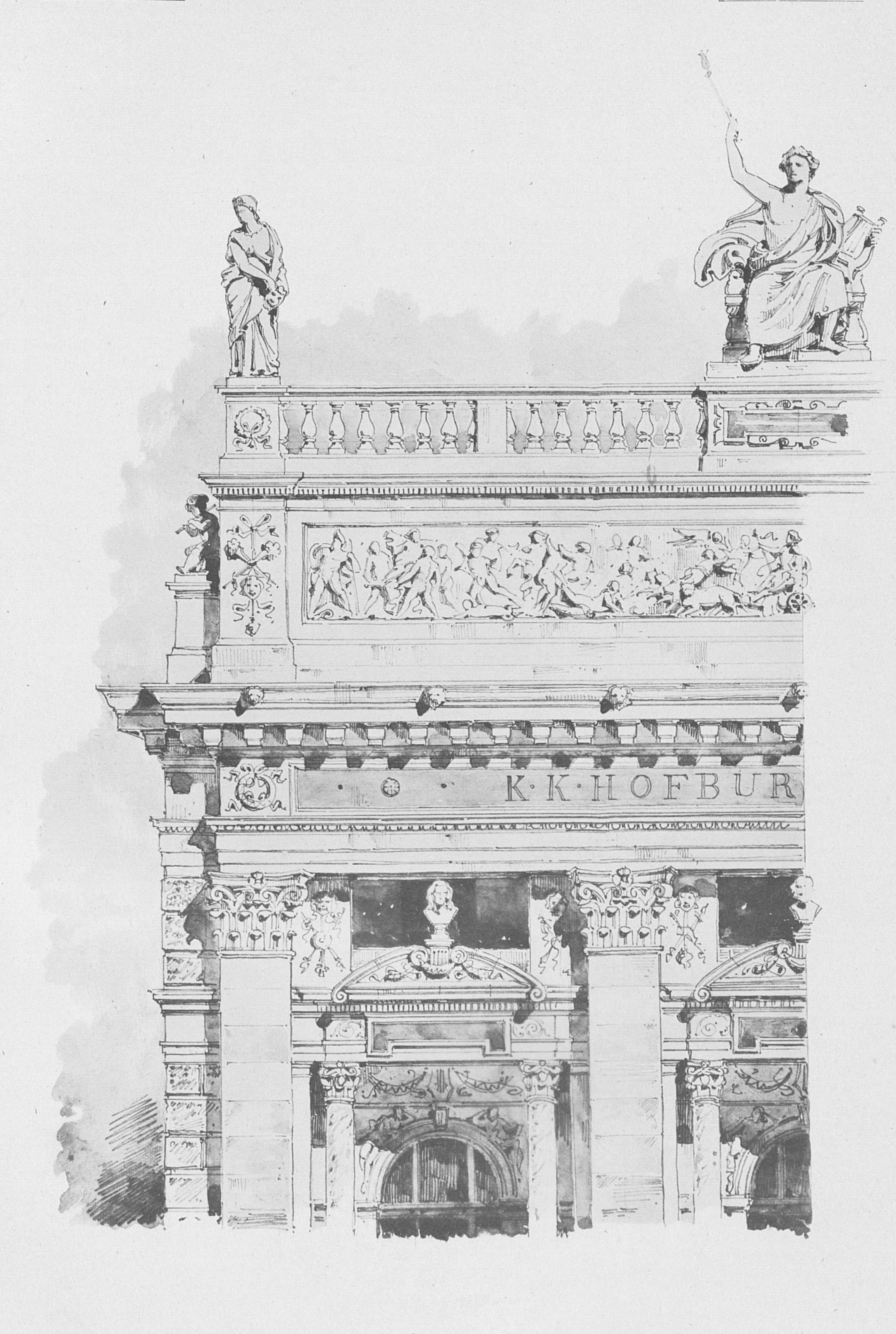
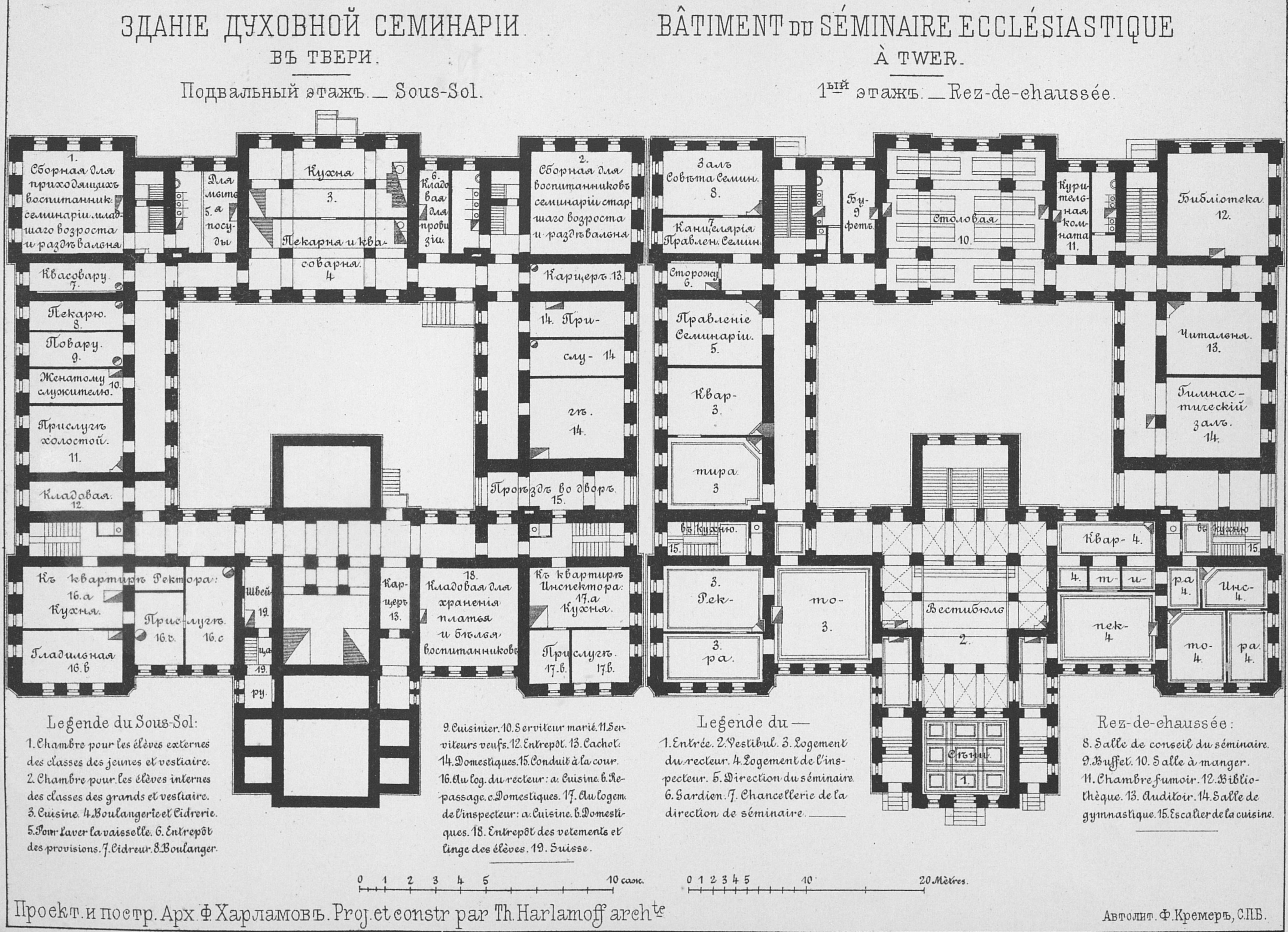


Рис. Гр. Инж. Ивановъ-Шицъ. Dessiné par Iwanoff-Schutz Ing. civ.

Фототипія В. Штейнъ, СПБ.

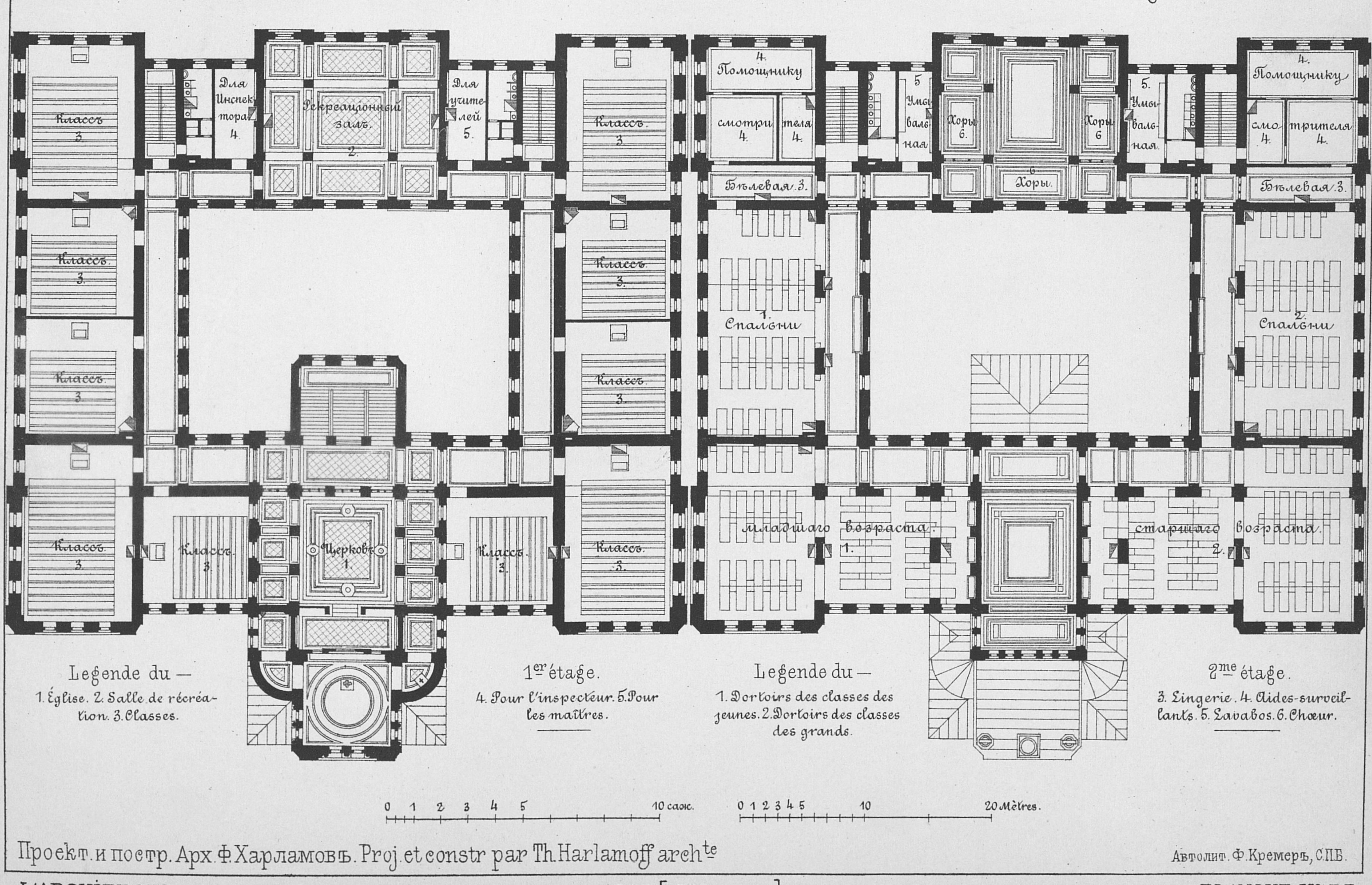

ЗДАНІЕ ДУХОВНОЙ СЕМИНАРІИ
ВЪ ТВЕРИ.
BÂTIMENT DU SÉMINAIRE ECCLÉSIASTIQUE
À TWER.
Подвальный этажъ. _ Sous-Sol.
1ый этажъ. _ Rez-de-chaussée.
1. Сборная для приходящихъ воспитанник. семинаріи младшаго возроста и раздѣвальня
Для мытья посуды 5
Кухня 3.
Пекарня и квасоварня. 4
6. Кладовая для провизіи.
2. Сборная для воспитанниковъ семинаріи старшаго возроста и раздѣвальня
Квасовару. 7.
Пекарю. 8.
Повару. 9.
Женатому служителю. 10.
Прислугѣ холостой. 11.
Кладовая. 12.
Карцеръ 13.
14. Прислугѣ. 14
Проѣздъ во дворъ. 15.
Къ квартирѣ Ректора: 16.а Кухня.
Гладильная 16.в
Прислугѣ. 16.с
Швей. 19.
ру.
Карцеръ 13.
18. Кладовая для храненія платья и бѣлья воспитанниковъ
Къ квартирѣ Инспектора: 17.а Кухня.
Прислугѣ. 17.в.
Залъ Совѣта Семин. 8.
7. Канцелярія Правлен. Семин.
Буфетъ. 9
Столовая 10.
Курительная комната 11.
Библіотека. 12.
Сторожу 6.
Правленіе Семинаріи. 5.
Квартира 3.
Читальня. 13.
Гимнастическій залъ. 14.
Въ кухню. 15.
Рек- то- ра. 3.
Вестибюль 2.
Сѣни. 1.
Квар- ти- ра 4.
Инс- пек- то- ра 4.
Legende du Sous-Sol:
1. Chambre pour les élèves externes des classes des jeunes et vestiaire. 2. Chambre pour les élèves internes des classes des grands et vestiaire. 3. Cuisine. 4. Boulangerie et Cidrerie. 5. Pour laver la vaisselle. 6. Entrepôt des provisions. 7. Cidreur. 8. Boulanger. 9. Cuisinier. 10. Serviteur marié. 11. Serviteurs veufs. 12. Entrepôt. 13. Cachot. 14. Domestiques. 15. Conduit à la cour. 16. Au log. du recteur: a. Cuisine. b. Repassage. c. Domestiques. 17. Au logem. de l'inspecteur: a. Cuisine. b. Domestiques. 18. Entrepôt des vetements et linge des élèves. 19. Suisse.
Legende du Rez-de-chaussée:
1. Entrée. 2. Vestibul. 3. Logement du recteur. 4. Logement de l'inspecteur. 5. Direction du séminaire. 6. Gardien. 7. Chancellerie de la direction de séminaire. 8. Salle de conseil du séminaire. 9. Buffet. 10. Salle à manger. 11. Chambre fumoir. 12. Bibliothèque. 13. Auditoir. 14. Salle de gymnastique. 15. Escalier de la cuisine.
0 1 2 3 4 5 10 саж.
0 1 2 3 4 5 10 20 Mètres.
Проект. и постр. Арх. Ф. Харламовъ. Proj. et constr par Th. Harlamoff archte
Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

ЗДАНІЕ ДУХОВНОЙ СЕМИНАРІИ ВЪ ТВЕРИ.

BÂTIMENT DU SÉMINAIRE ECCLÉSIASTIQUE À TWER.

2ой этажъ. — 1er étage.

3ій этажъ. — 2me étage.



Legende du — 1er étage.

1. Église. 2. Salle de récréation. 3. Classes. 4. Pour l'inspecteur. 5. Pour les maîtres.

Legende du — 2me étage.

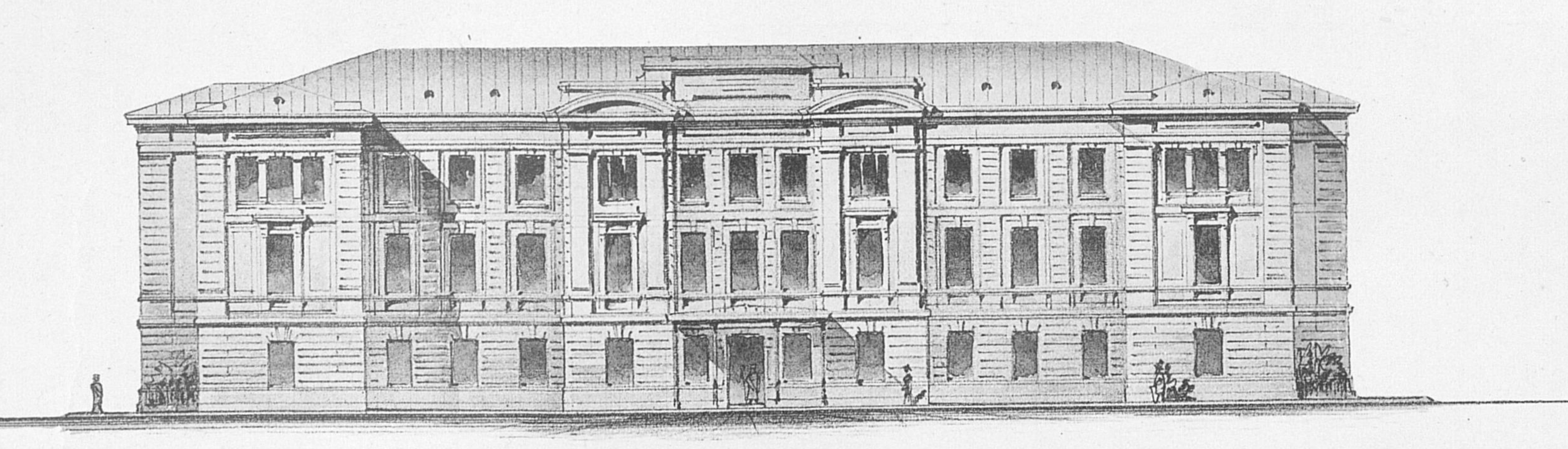
1. Dortoirs des classes des jeunes. 2. Dortoirs des classes des grands. 3. Lingerie. 4. Aides-surveillants. 5. Lavabos. 6. Chœur.

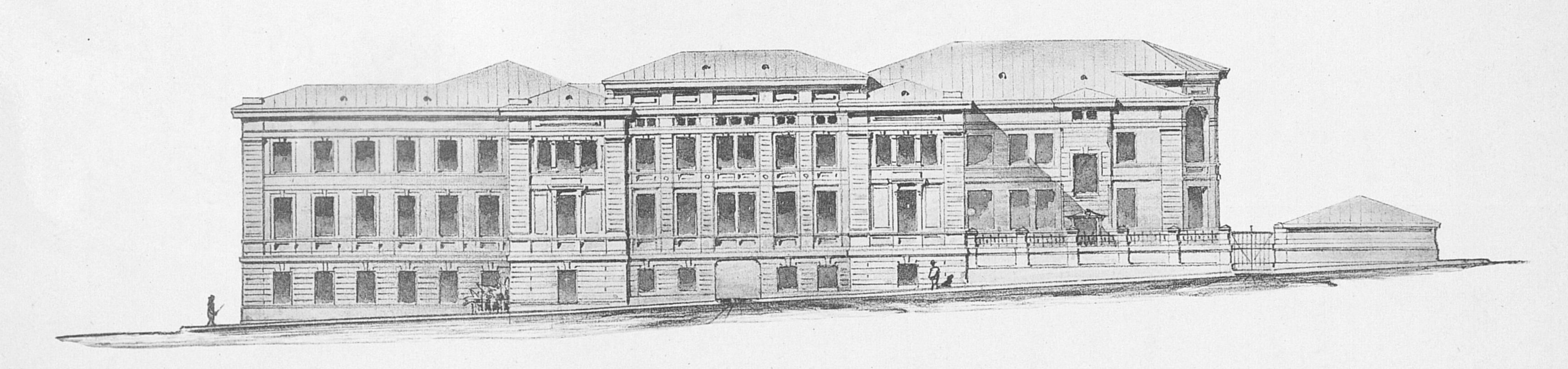
Проект. и постр. Арх. Ф. Харламовъ. Proj. et constr par Th. Harlamoff archte

Автолит. Ф. Кремеръ, С.ПБ.

ПРОЕКТЪ СУДЕБНОЙ ПАЛАТЫ
ВЪ ГОР. ВИЛЬНѢ.

PROJET DU PALAIS DE JUSTICE
DE LA VILLE DE VILNA.





Проектъ Арх. В. А. Пруссаковъ. Proj. par W. Prussakoff archte

Фототипія В. И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13. СПБ.

ПРОЕКТЪ СУДЕБНОЙ ПАЛАТЫ ВЪ ГОР. ВИЛЬНѢ.

PROJET DU PALAIS DE JUSTICE DE LA VILLE DE VILNA.

Планъ 2го этажа. — Plan du 2me étage.

0 1 2 3 4 8 12 Саж.

0 1 2 3 4 5 10 15 20 25 Mètres

Дворъ. Cour.

1. Архивъ Суда. 2. Комната вещественныхъ доказательствъ. 3. Канцелярія 1го Уголовнаго Отдѣленія. 4. Кабинетъ Товар. Предсѣд. 5. Подсудимымъ. 6. Кабинетъ Члена Суда 1го Угол. Отд. 7. Касса Судебн. Пал. 8. Архивъ Суд. Пал. 9. Секретарь Палаты. 10. Каб. Тов. Предс. 2го Департ. Пал. 11. Пріемная. 12. Судебн. Прист. 13. Канц. 2го Угол. Отд. 14. Каб. Тов. Предс. 15. Подсудимымъ. 16. Каб. Чл. Суд. 2го Уг. Отд. 17. Арх. Прокурора. 18. Каб. Тов. Прок. 19. Канц. Прок. 20. Каб. Прок. 21. Канц. Суд. Пал. 2го Д-та. 22. Каб. Чл. Пал. 23. Пріемн. 24. Каб. Тов. Прок. 25. Каб. Чл. С. 2го Гр. Отд. 26. Секрет. 27. Канц. 2го Гр. Отд.

1. Archives des jugements. 2. Chambre des pièces de conviction. 3. Chancellerie de la 1re division criminelle. 4. Cabinet de l'adjoint du président. 5. Prévenus. 6. Cab. du membre-juge de la 1re divis. crimin. 7. Caisse du palais de justice. 8. Archives du palais de justice. 9. Secrètaire du palais. 10. Cab. de l'adj. du présid. de la 2eme divis. du palais. 11. Reception. 12. Commissaire de just. 13. Chancel. de la 2me divis. crim. 14. Cab. de l'adj. du prés. 15. Prévenus. 16. Cab. du membre-juge de la 2me divis. crim. 17. Arch. du procureur. 18. Cab. de l'adj. du proc. 19. Chancel. du proc. 20. Cab. du proc. 21. Chancel. du pal. de just. de la 2me div. 22. Cab. du membre du palais. 23. Reception. 24. Cab. de l'adj. du proc. 25. Cab. du membre-juge de la 2me divis. civile. 26. Secrètaire. 27. Chancellerie de la 2eme division civile.

Планъ 3го этажа. — Plan du 3me étage.

Дворъ. Cour.

1. Залъ Угол. Отд. 2. Совѣщ. Судей. 3. Присяжн. засѣд. 4. Свидѣтели. 5. Залъ Судебн. Пал. 6. Совѣщ. Суд. Палаты. 7. Кабин. Ст. Предсѣд. и Залъ общихъ Собр. Пал. 8. Пріемн. 9. Прокуроръ. 10. Стража. 11. Подсудимымъ. 12. Свидѣтели по Уг. дѣл. 13. Свид. по Гр. и Уг. дѣл. 14. Свид. Гражд. Отд. 15. Залъ Гражд. Отд. 16. Совѣщ. Суд. Гр. и Уг. Отд. и Залъ Общ. Собр. 17. Каб. Члена Суда. 18. Каб. Тов. Предсѣд. 19. Канц. 1го Департам. Пал. 20. Секретарь Палаты. 21. Каб. Член. Пал. 1го Департ. 22. Касса и Бухгалтерія. 23. Регистратура. 24. Секретарь Гр. Отд. 25. Канц. Гражд. Отдѣл.

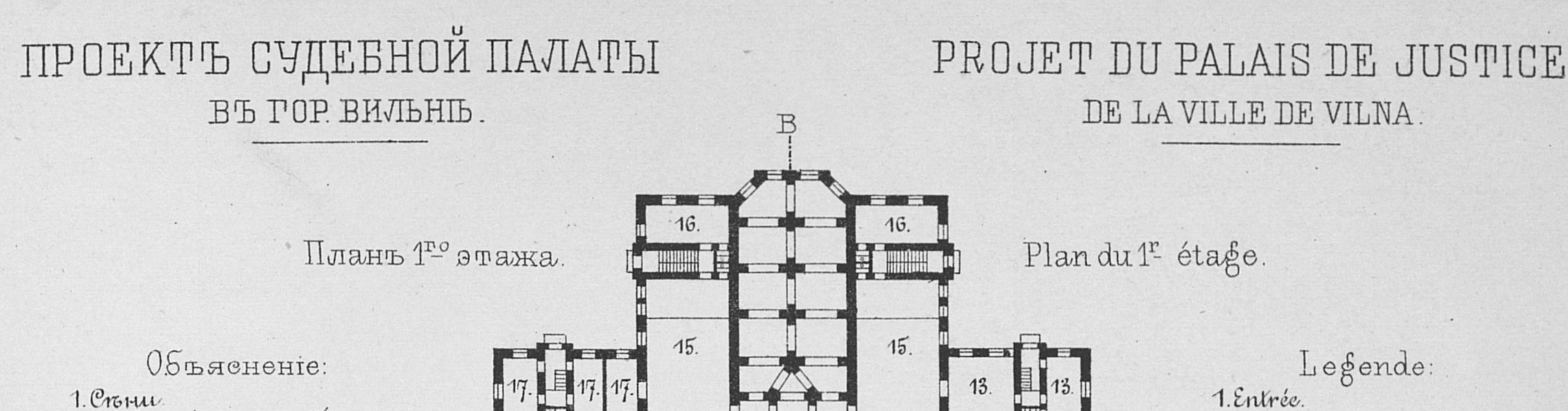
1. Salle de la divis. crim. 2. Délibérat. de jugem. 3. Assesseurs du serment. 4. Temoins. 5. Salle du palais de justice. 6. Délibérat. du palais de justice. 7. Cab. du président doyen et salle génèrale des réunions du palais. 8. Reception. 9. Procureur. 10. Gardiens. 11. Prévenus. 12. Temoins des affaires crimin. 13. Temoins des affaires civiles et crimin. 14. Temoins de la divis. civ. 15. Salle de la divis civ. 16. Déliberat. des jugem. civ. et crimin. des sections et salle des réunions génèrales. 17. Cab. du membre-juge. 18. Cab. de l'adj. du président. 19. Chancel. de la 1re section du palais. 20. Secrètaire du palais. 21. Cab. du membre du palais de la 1re section. 22. Caisse et Comptabilité. 23. Régistrature. 24. Secrètaire de la division civile. 25. Chancellerie de la division civile.

Проект. Арх. В. А. Пруссаковъ. Proj. par W. Prussakoff archte

Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

ПРОЕКТЪ СУДЕБНОЙ ПАЛАТЫ ВЪ ГОР. ВИЛЬНѢ.

PROJET DU PALAIS DE JUSTICE DE LA VILLE DE VILNA.



Планъ 1го этажа. — Plan du 1r étage.

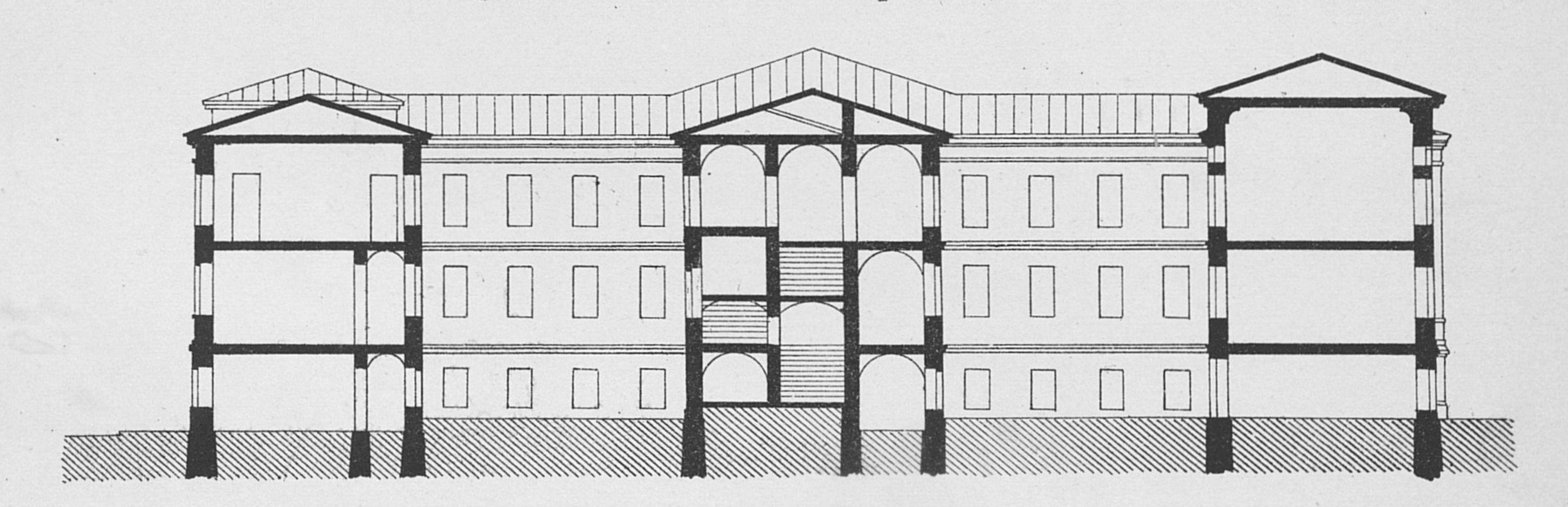
Объясненіе:

1. Сѣни.
2. Кабин. Прокурора Палаты.
3. Пріемная.
4. Каб. Товарища Прокур. Пал.
5. Канцелярія Прокур. Пал.
6. Кабин. Предсѣдателя.
7. Канцелярія Предсѣдателя.
8. Кабин. Судебн. Слѣдователя.
9. Архивъ Нотаріуса.
10. Кабин. Старш. Нотаріуса.
11. Канцелярія Нотаріуса.
12. Каб. Судебнаго Пристава.
13. Квартира Смотрителя зданія.
14. Проѣздъ.
15. Холостымъ служителямъ.
16. Стража.
17. Женатымъ служителямъ.
18. Дворъ.

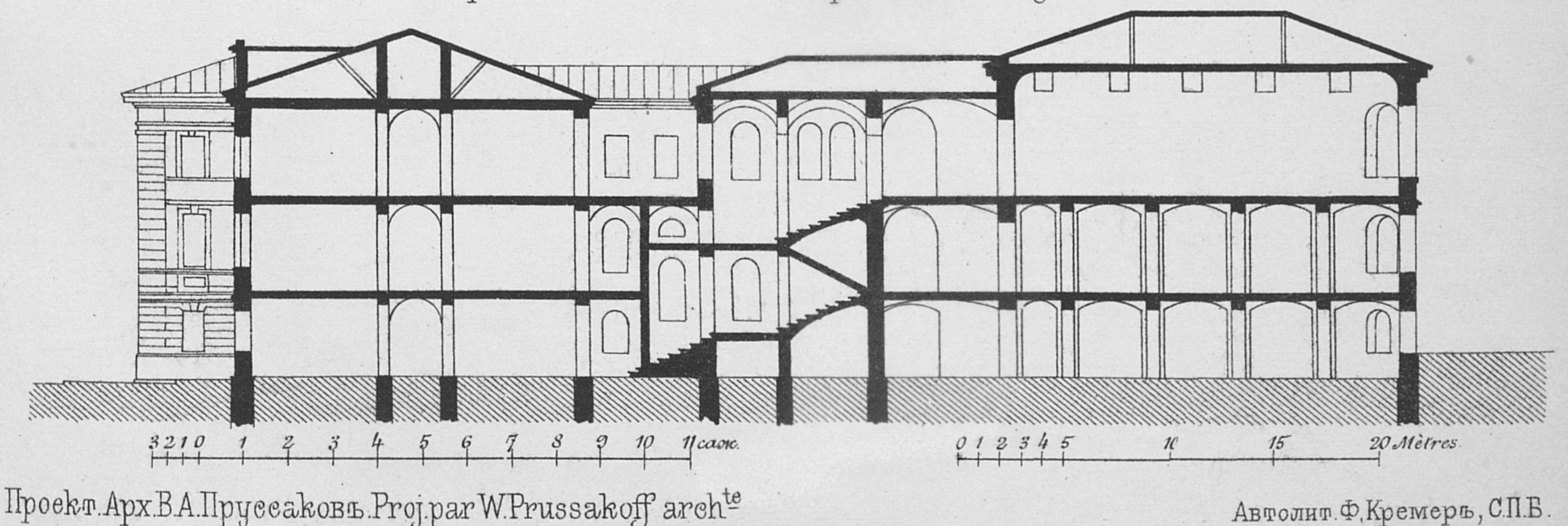
Legende:

1. Entrée.
2. Cabinet du procureur du palais.
3. Reception.
4. Cab. de l'adjoint du proc. du pal.
5. Chancellerie du proc. du pal.
6. Cabinet du président.
7. Chancellerie du président.
8. Cabinet du juge d'instruction.
9. Archives du notaire.
10. Cabinet du notaire doyen.
11. Chancellerie du notaire.
12. Cab. du commissaire de justice.
13. Log. du surveillant du bâtiment.
14. Passage.
15. Employés célibataires.
16. Gardiens.
17. Employés mariés.
18. Cour.

Разрѣзъ по линіи C-D. — Coupe suivant la ligne C-D.

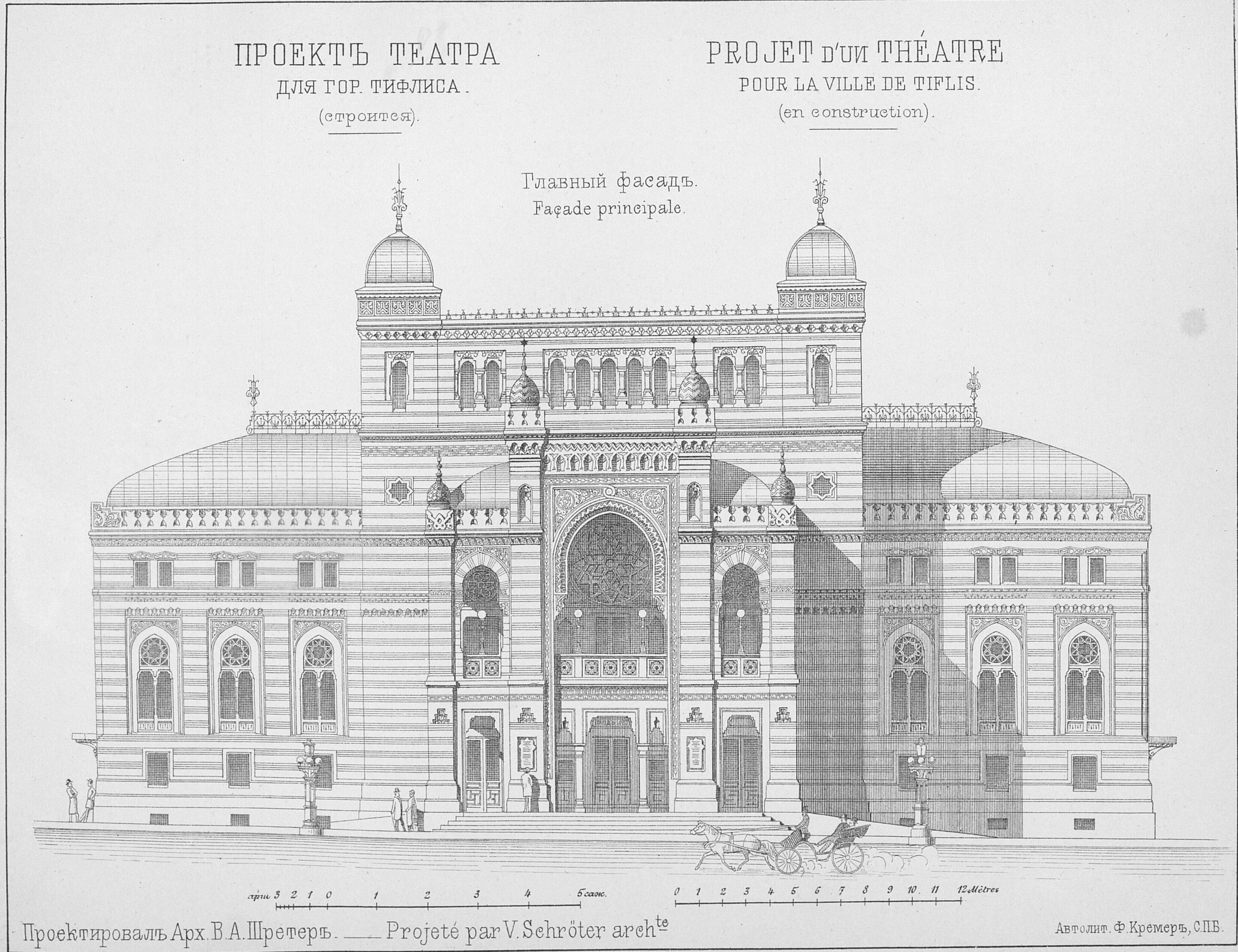


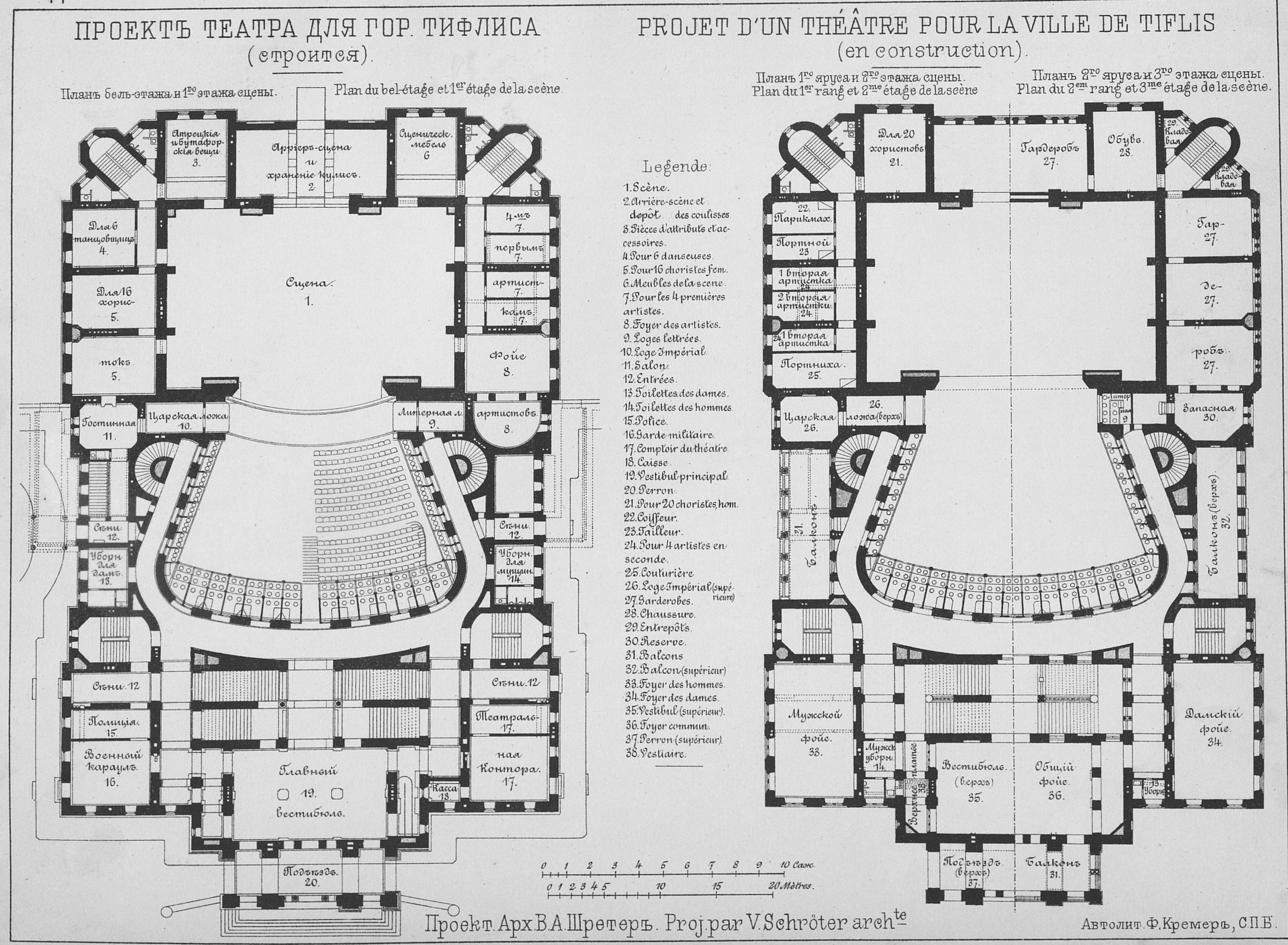
Разрѣзъ по линіи A-B. Coupe suivant la ligne A-B.



Проект. Арх. В. А. Пруссаковъ. Proj. par W. Prussakoff archte

Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

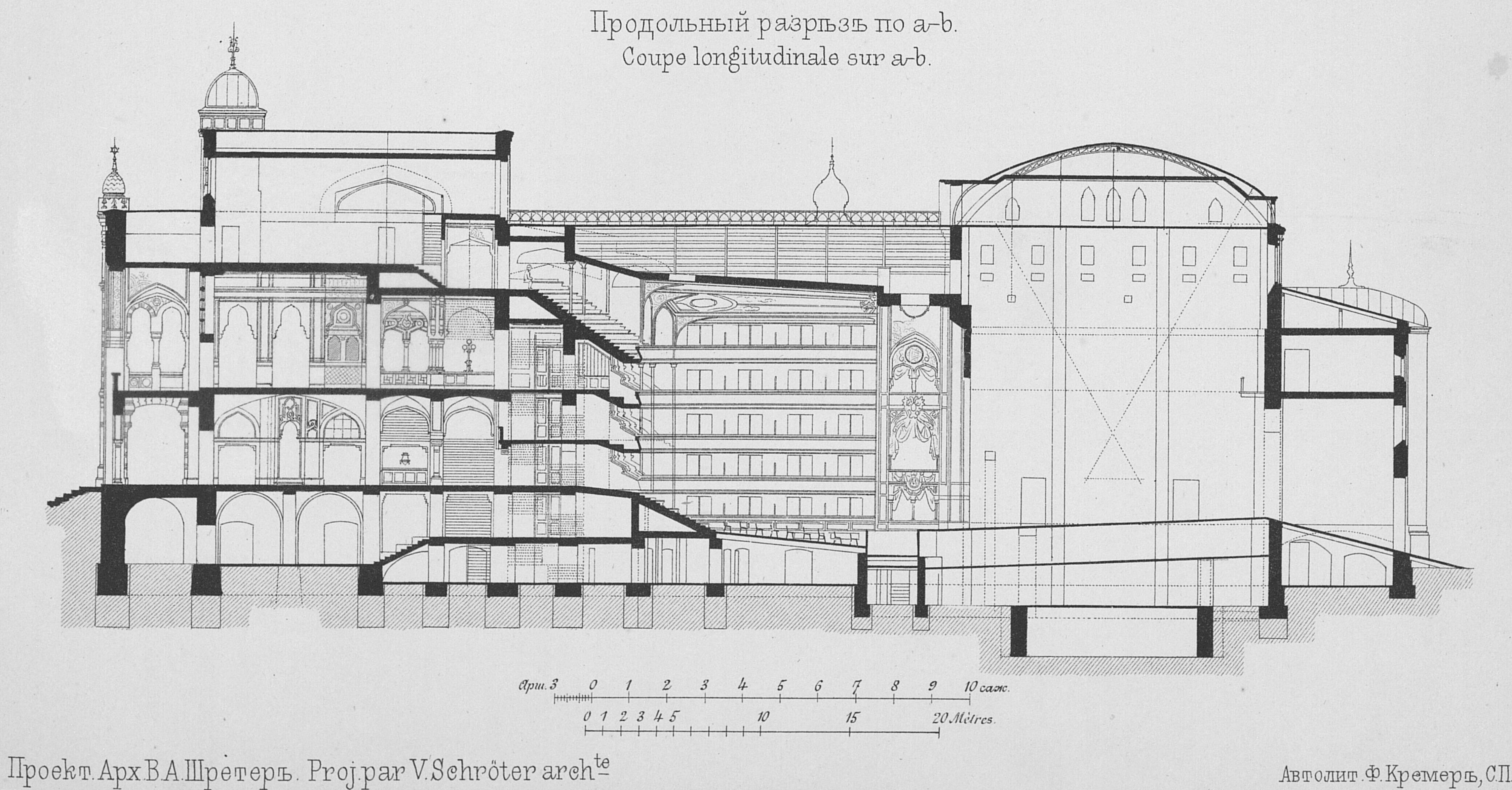

ПРОЕКТЪ ТЕАТРА
ДЛЯ ГОР. ТИФЛИСА.
(строится).
PROJET D'UN THÉATRE
POUR LA VILLE DE TIFLIS.
(en construction).
Главный фасадъ.
Façade principale.
арш. 3 2 1 0 1 2 3 4 5 саж.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10. 11 12 Mètres
Проектировалъ Арх. В. А. Шретеръ. — Projeté par V. Schröter archte
Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.


ПРОЕКТЪ ТЕАТРА ДЛЯ ГОР. ТИФЛИСА (строится).
PROJET D'UN THÉÂTRE POUR LA VILLE DE TIFLIS (en construction).
Планъ бель-этажа и 1го этажа сцены.
Plan du bel-étage et 1er étage de la scène.
Планъ 1го яруса и 2го этажа сцены.
Plan du 1er rang et 2me étage de la scène.
Планъ 2го яруса и 3го этажа сцены.
Plan du 2em rang et 3me étage de la scène.
Арріеръ-сцена и храненіе кулисъ. 2.
Атрецкія и бутафорскія вещи. 3.
Сценическ. мебель 6
Для 6 танцовщицъ 4.
Для 16 хорис-5.
токъ 5.
Сцена. 1.
4-мъ 7.
первымъ 7.
артист- 7.
камъ 7.
Фойе 8.
Гостинная 11.
Царская ложа 10.
Литерная л. 9.
артистовъ. 8.
Сѣни 12.
Уборн. для дамъ. 13.
Уборн. для мущин. 14.
Сѣни 12
Полиція. 15.
Военной караулъ. 16.
Театраль-17.
ная Контора. 17.
Главный 19. вестибюль.
Касса 18
Подъѣздъ. 20.
Для 20 хористовъ 21.
Гардеробъ 27.
Обувь. 28.
29. Кладовая
22. Парикмах.
Портной 23
1 вторая артистка 24.
2 вторыя артистки. 24.
1 вторая артистка 24.
Портниха. 25.
Гар-27.
де-27.
робъ 27.
Царская 26.
26. ложа (верхъ)
Литер-ная 9
Запасная 30.
Балконъ 31.
Балконъ (верхъ) 32.
Мужской фойе. 33.
Дамскій фойе. 34.
Мужск. уборн. 14.
Вестибюль. (верхъ) 35.
Общій фойе. 36.
Уборн. 13.
Подъѣздъ. (верхъ) 37.
Балконъ 31.
Legende:
1. Scène.
2. Arrière-scène et depôt des coulisses.
3. Pièces d'attributs et accessoires.
4. Pour 6 danseuses.
5. Pour 16 choristes fem.
6. Meubles de la scene.
7. Pour les 4 premières artistes.
8. Foyer des artistes.
9. Loges lettrées.
10. Loge Impérial.
11. Salon.
12. Entrées.
13. Toilettes des dames.
14. Toilettes des hommes.
15. Police.
16. Garde militaire.
17. Comptoir du théâtre.
18. Caisse.
19. Vestibul principal.
20. Perron.
21. Pour 20 choristes hom.
22. Coiffeur.
23. Tailleur.
24. Pour 4 artistes en seconde.
25. Couturière.
26. Loge Impérial (supérieure).
27. Garderobes.
28. Chaussure.
29. Entrepôts.
30. Reserve.
31. Balcons.
32. Balcon (supérieur).
33. Foyer des hommes.
34. Foyer des dames.
35. Vestibul (supérieur).
36. Foyer commun.
37. Perron (supérieur).
38. Vestiaire.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Саж.
0 1 2 3 4 5 10 15 20 Mètres.
Проект. Арх. В. А. Шретеръ. Proj. par V. Schröter archte
Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

ПРОЕКТЪ ТЕАТРА ДЛЯ ГОР. ТИФЛИСА
(строится).

PROJET D'UN THÉATRE POUR LA VILLE DE TIFLIS
(en construction)

Продольный разрѣзъ по a-b.
Coupe longitudinale sur a-b.



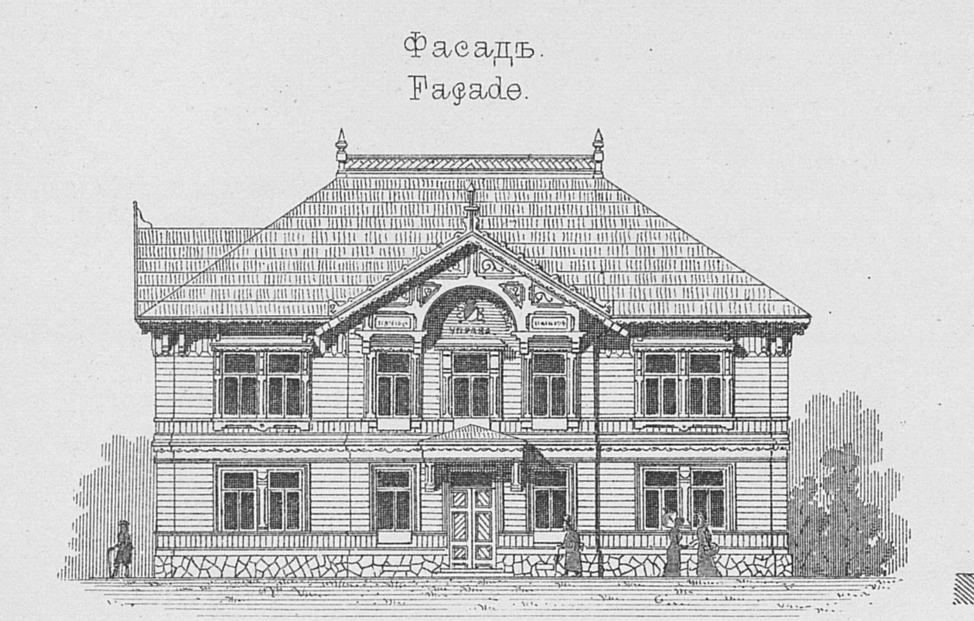
Проект. Арх. В. А. Шретеръ. Proj. par V. Schröter archte

Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ.

ЗЕМСКАЯ УПРАВА

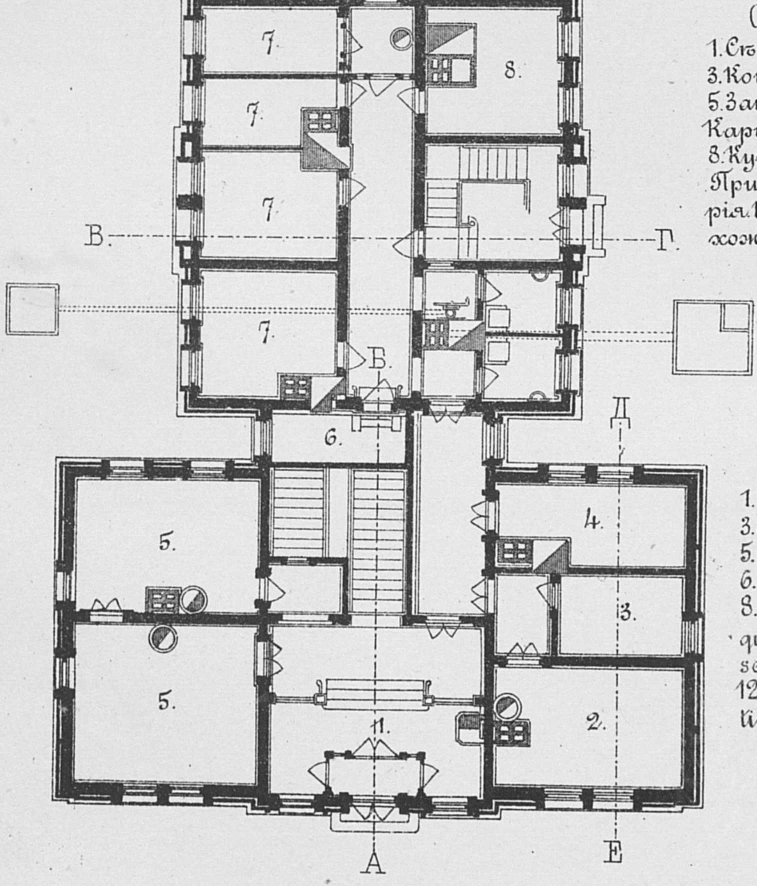
TRIBUNAL D'ARRONDISSEMENT.

Фасадъ.
Façade.

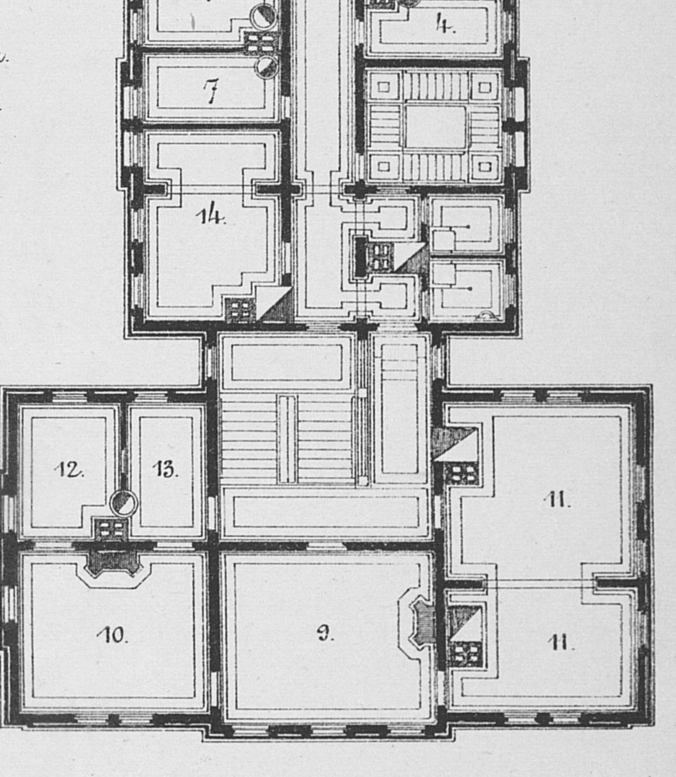


Разрѣзъ по линіи АБ.
Coupe suiv. la ligne АБ.

Планъ 1-го этажа.
Plan du 1-r étage.



Планъ 2-го этажа.
Plan du 2-me étage.



Объясненіе:
1. Сѣни. 2. Смотрителю. 3. Контора. 4. Сторожу. 5. Запасныя комнаты. 6. Карцеръ. 7. Арестантскія. 8. Кухня. 9. Библіотека. 10. Присутствіе. 11. Канцелярія. 12. Чертежная. 13. Прихожая. 14. Архивъ. 15. Кладовая.

Legende:
1. Entrée. 2. Surveillant. 3. Comptoir. 4. Gardiens. 5. Chambres de réserve. 6. Cachot. 7. Détenus. 8. Cuisine. 9. Bibliothèque. 10. Salle du conseil. 11. Chancellerie. 12. Dessinateur. 13. Antichambre. 14. Archives. 15. Entrepôt.

Арш. 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 Саж. 0 1 2 3 4 5 10 15 Mètres.

Проект. Арх. Ф. С. Харламовъ. Proj. par F. Harlamoff arch-te

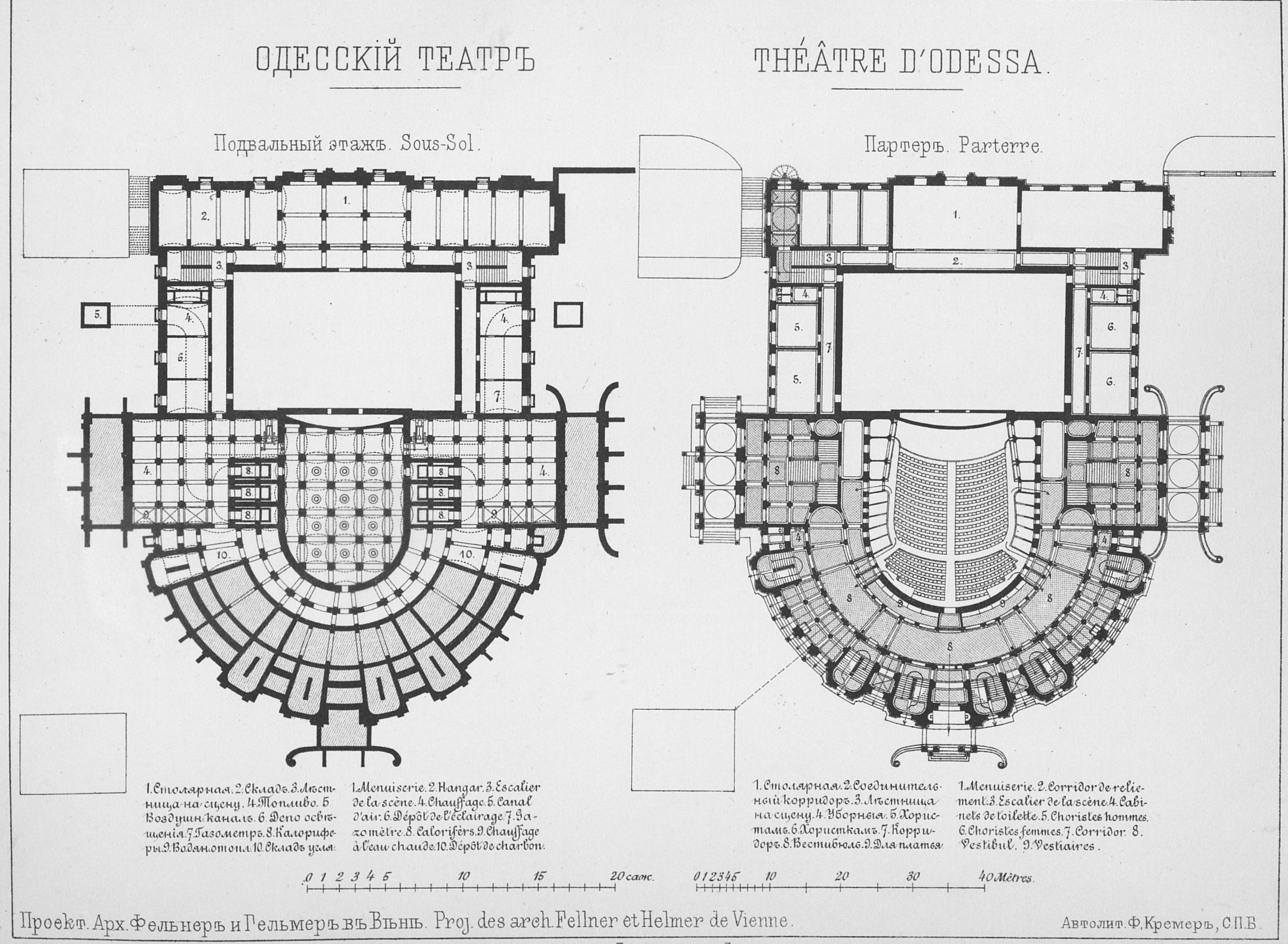
Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.



Одесскій театръ. Théâtre d'Odessa.

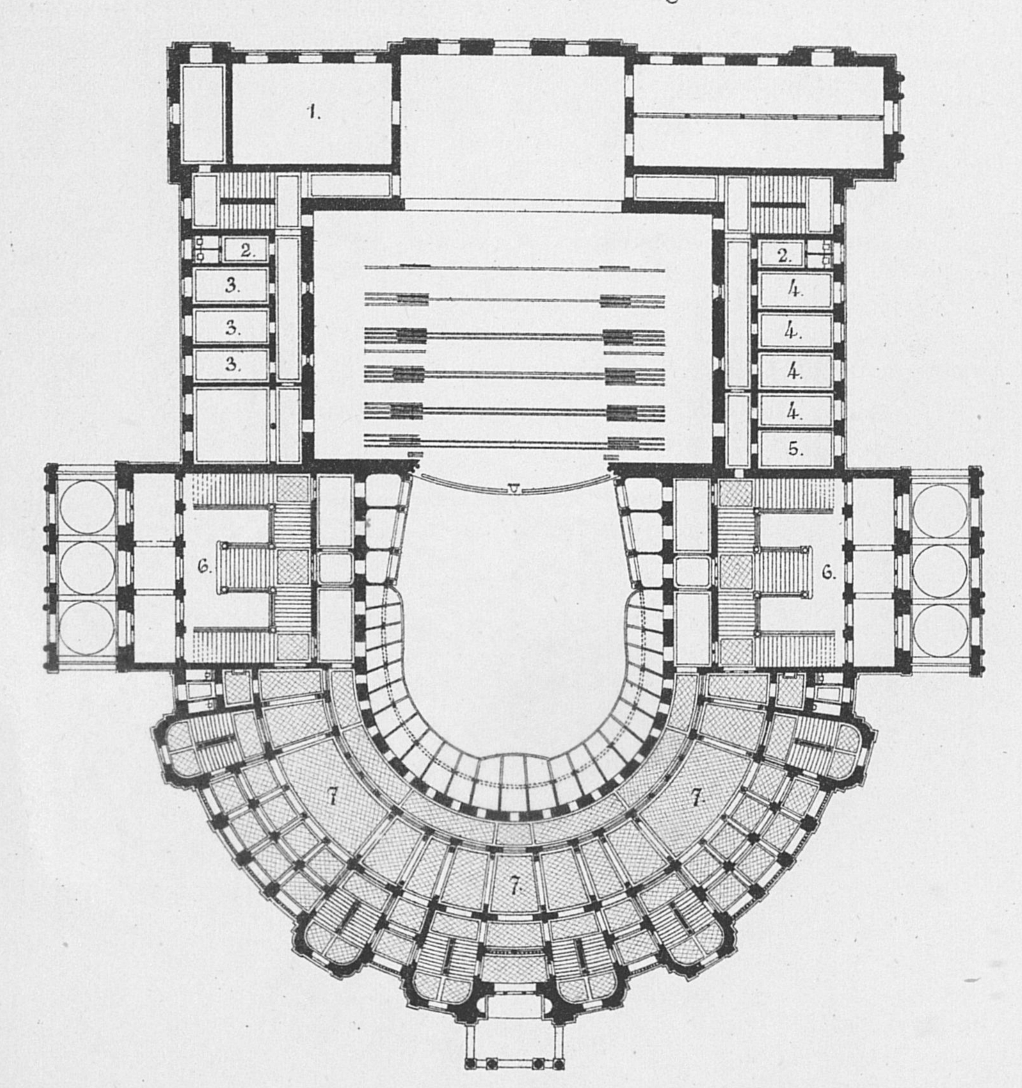
Проект. Арх. Фельнеръ и Гельмеръ въ Вѣнѣ. Proj. des arch. Fellner et Helmer de Vienne.

Фототипія В. И. Штейнъ, СПБ.


ОДЕССКІЙ ТЕАТРЪ
THÉÂTRE D'ODESSA.
Подвальный этажъ. Sous-Sol.
Партеръ. Parterre.
1. Столярная. 2. Складъ. 3. Лѣстница на сцену. 4. Топливо. 5. Воздушн. каналъ. 6. Депо освѣщенія. 7. Газометръ. 8. Калориферы. 9. Водян. отопл. 10. Складъ угля.
1. Menuiserie. 2. Hangar. 3. Escalier de la scène. 4. Chauffage. 5. Canal d'air. 6. Dépôt de l'éclairage. 7. Gazomètre. 8. Calorifèrs. 9. Chauffage à l'eau chaude. 10. Dépôt de charbon.
1. Столярная. 2. Соединительный корридоръ. 3. Лѣстница на сцену. 4. Уборныя. 5. Хористамъ. 6. Хористкамъ. 7. Корридоръ. 8. Вестибюль. 9. Для платья
1. Menuiserie. 2. Corridor de reliement. 3. Escalier de la scène. 4. Cabinets de toilette. 5. Choristes hommes. 6. Choristes femmes. 7. Corridor. 8. Vestibul. 9. Vestiaires.
0 1 2 3 4 5 10 15 20 саж.
0 1 2 3 4 5 10 20 30 40 Mètres.
Проектъ. Арх. Фельнеръ и Гельмеръ въ Вѣнѣ. Proj. des arch. Fellner et Helmer de Vienne.
Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ.

ОДЕССКІЙ ТЕАТРЪ — THÉÂTRE D'ODESSA.

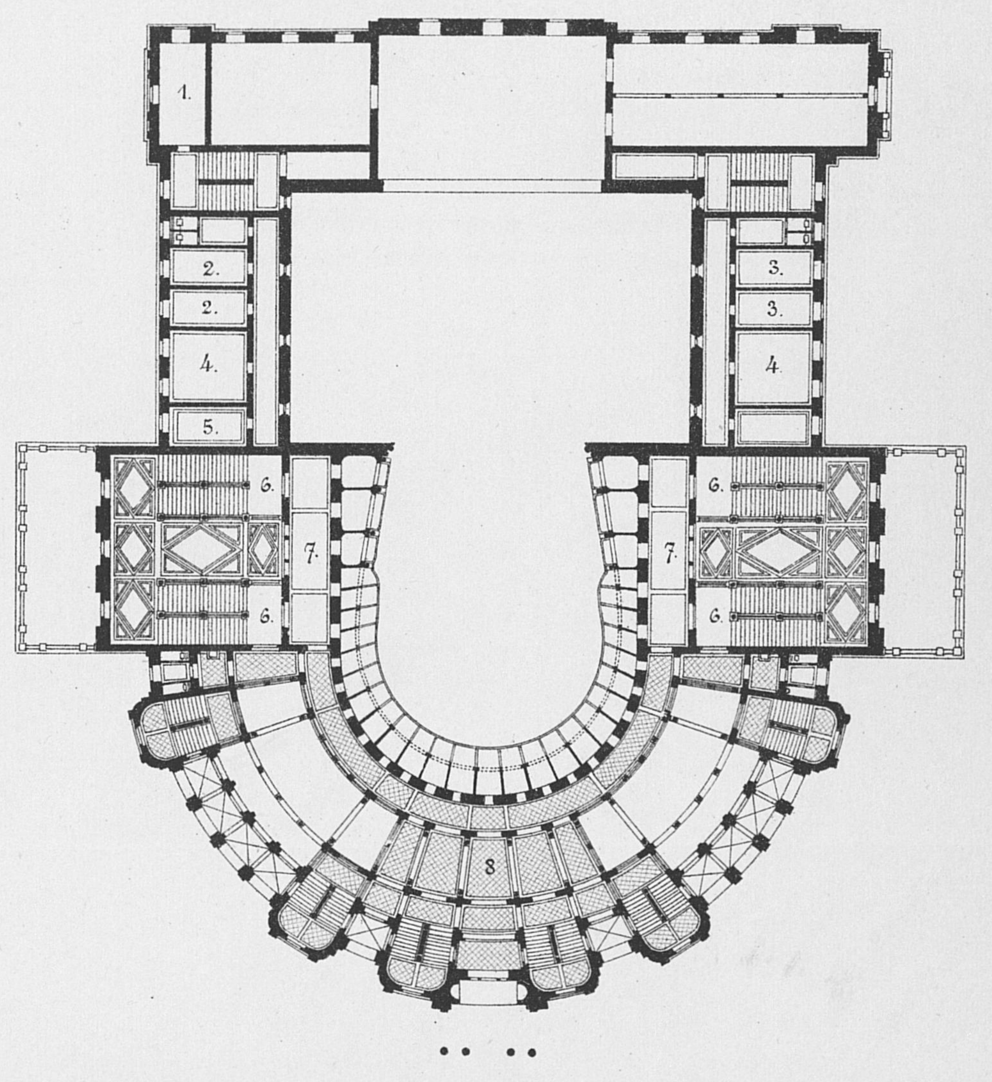
Бель-этажъ. Bel-étage



1. Депо кулисъ. 2. Уборныя. 3. Для солистовъ. 4. Для солистокъ. 5. Врачъ и полиція. 6. Лѣстницы въ ложи. 7. Фойе.

1. Dépôt des coulisses. 2. Cabinets de toilette. 3. Pour les solistes hommes. 4. Pour les solistes femmes. 5. Medecin et police. 6. Escaliers des loges. 7. Foyer.

1-ый ярусъ. 1-re rang



1. Машинисты. 2. Мужской гардеробъ. 3. Дамскій гардеробъ. 4. Гардеробъ для гостей. 5. Капельмейстеръ. 6. Лѣстницы въ ложи. 7. Залъ. 8. Фойе.

1. Machinistes. 2. Garderobe des hommes. 3. Garderobe des femmes. 4. Garderobe des invités. 5. Chef d'orchestre. 6. Escaliers des loges. 7. Salle. 8. Foyer.

0 1 2 3 4 5 10 15 20 саж.

0 1 2 3 4 5 10 20 30 40 Mètres.

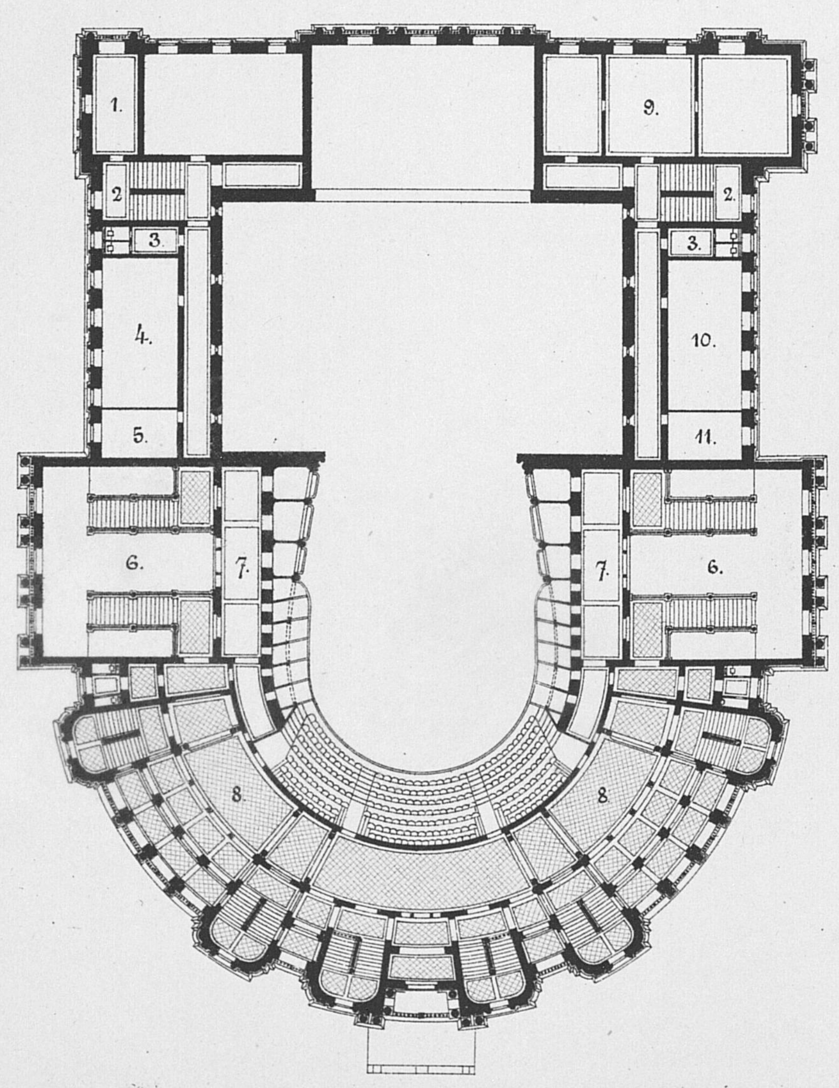
Проектъ. Арх. Фельнеръ и Гельмеръ въ Вѣнѣ. Proj. des arch. Fellner et Helmer de Vienne.

Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

ОДЕССКІЙ ТЕАТРЪ

THÉÂTRE D'ODESSA.

2ой ярусъ. 2me rang.

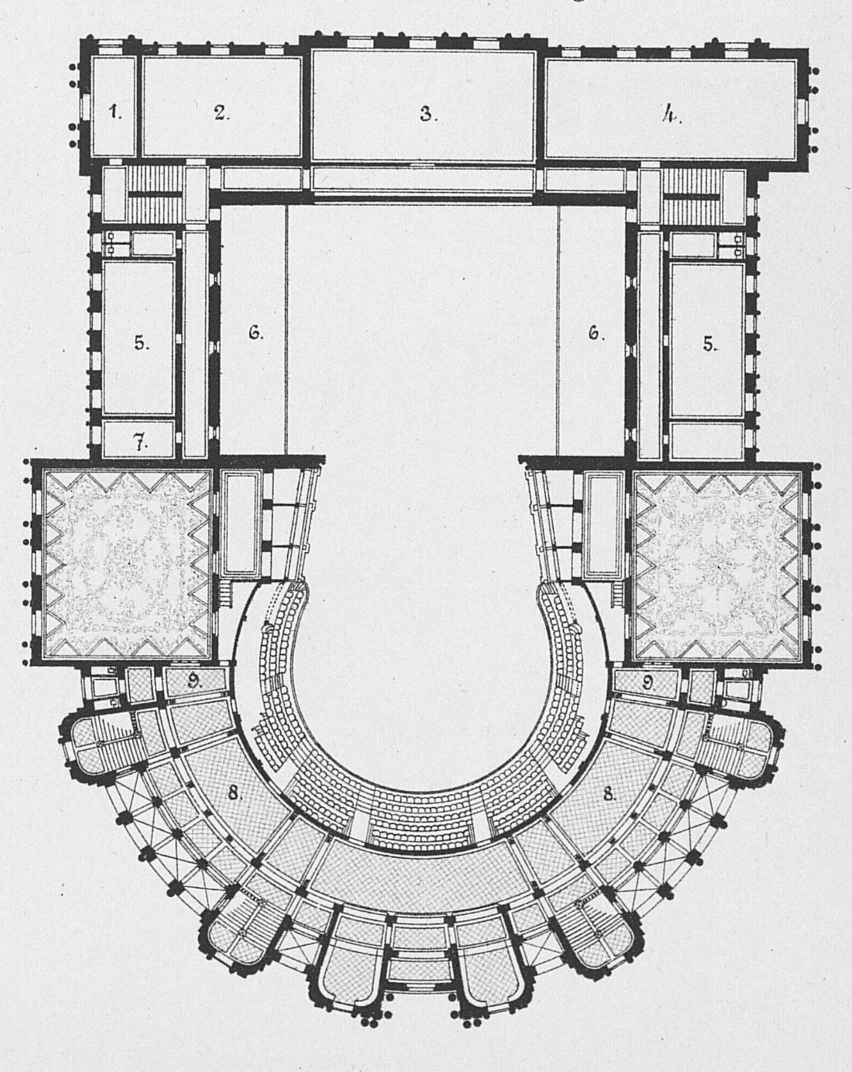


1. Дирижеръ хора. 2. Лѣстницы на сцену. 3. Уборныя. 4. Для статистовъ. 5. Бутафорская. 6. Лѣстницы въ ложи. 7. Залы. 8. Фойе. 9. Канцелярія дирекціи. 10. Для статистокъ. 11. Библіотека.

1. Maître du chœur. 2. Escaliers de la scène. 3. Cabinet de toilette. 4. Pour les figurants. 5. Accessoires. 6. Escaliers des loges. 7. Salles. 8. Foyer. 9. Chancellerie de la direction. 10. Pour les figurantes. 11. Bibliothèque

0 1 2 3 4 5 10 15 20 саж.

3ій ярусъ. 3me rang.



1. Инспекторъ освѣщенія. 2. Для репетицій чтенія. 3. Для репетицій балета. 4. Швальня. 5. Магазинъ гардероба. 6. Рабочія галлереи. 7. Запасное депо. 8. Фойе. 9. Уборныя.

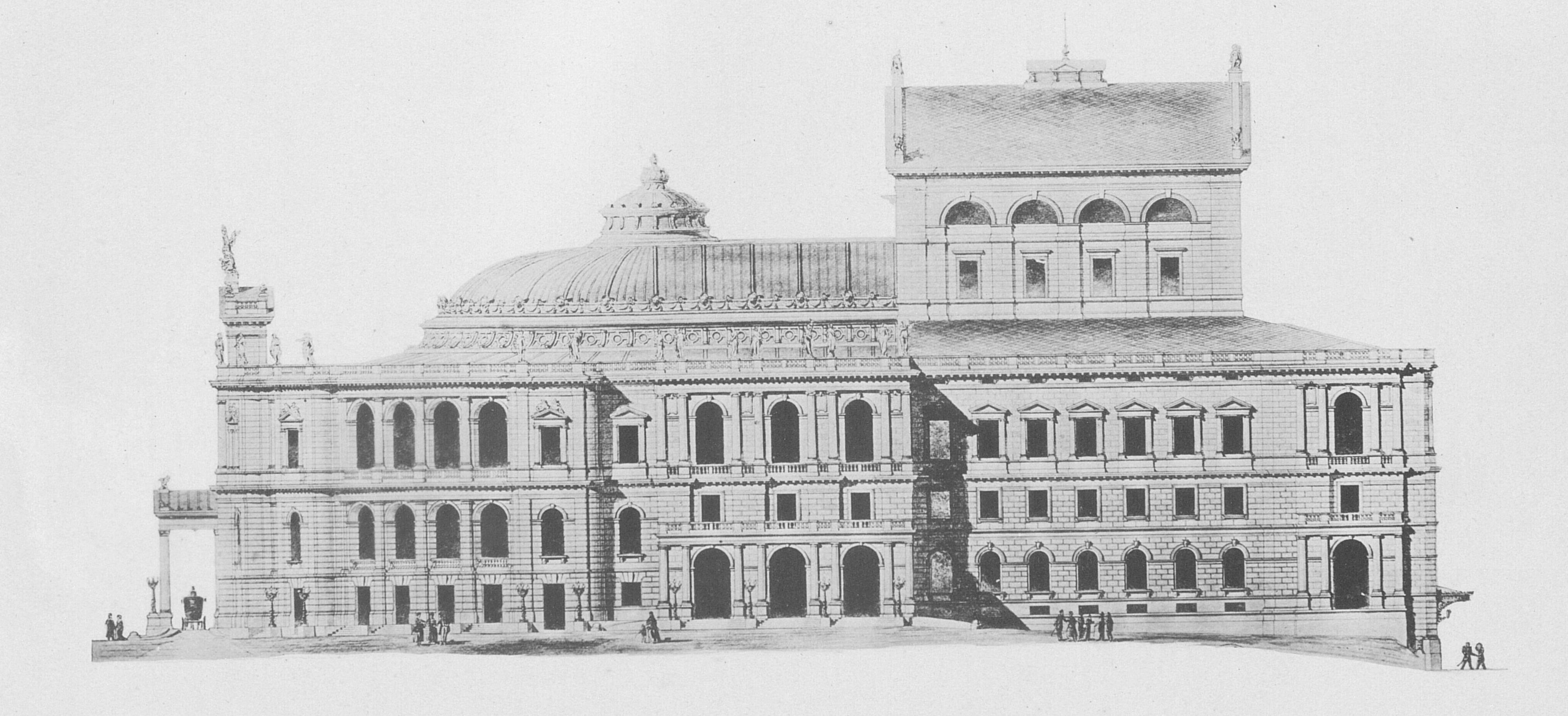
1. Inspecteur de l'éclairage. 2. Pour la repetition parlée. 3. Pour la repetition du ballet. 4. Atelier de couture. 5. Magasin de la garderobe. 6. Galleries des maneuvres. 7. Dépôt de réserve. 8. Foyer. 9. Cabinets de toilette.

0 1 2 3 4 5 10 20 30 40 Mètres

Проектъ Арх. Фельнеръ и Гельмеръ въ Вѣнѣ. Proj. des arch. Fellner et Helmer de Vienne.

Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

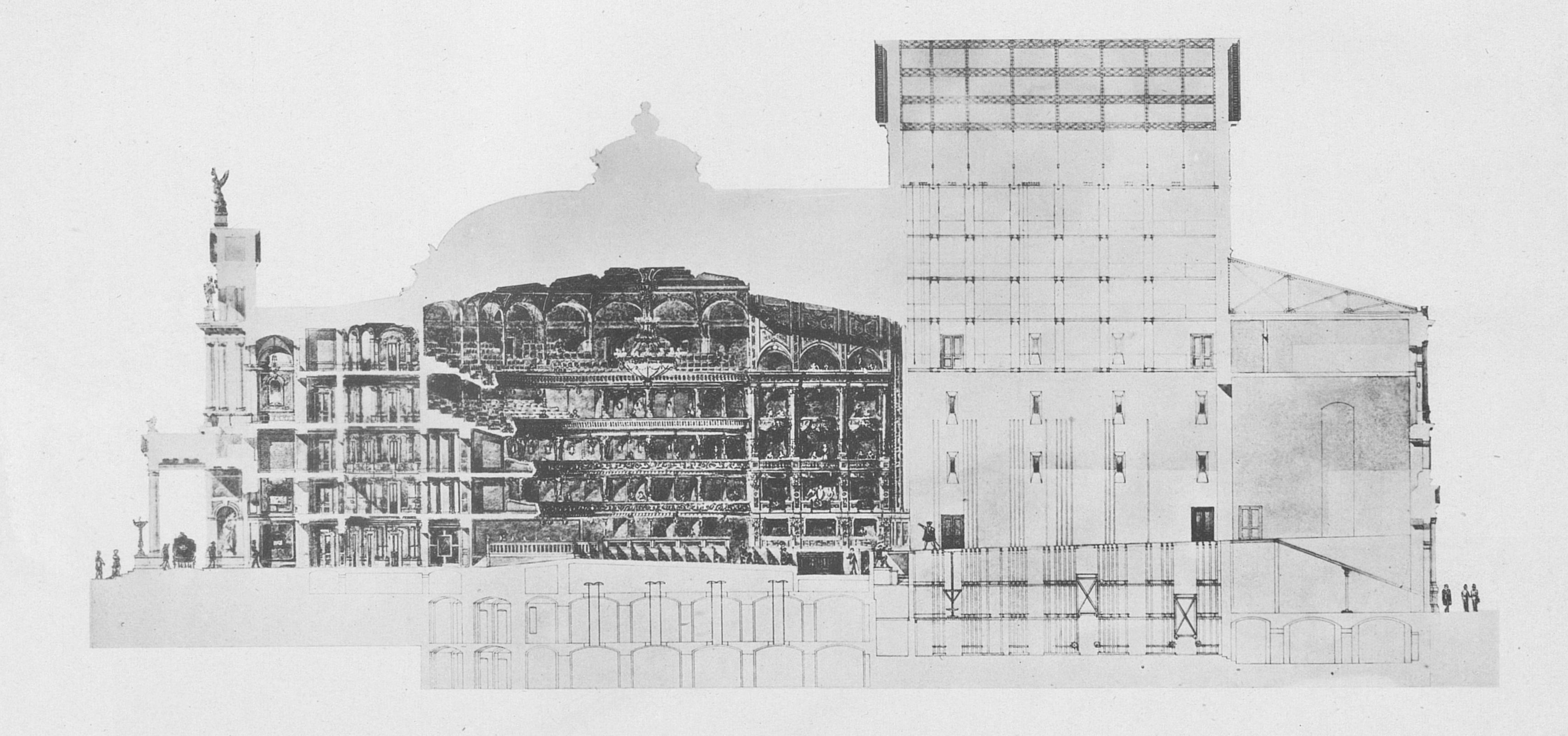
Одесскій театръ. Théâtre d'Odessa.



Проект. Арх. Фельнеръ и Гельмеръ въ Вѣнѣ. Proj. des arch. Fellner et Helmer de Vienne.

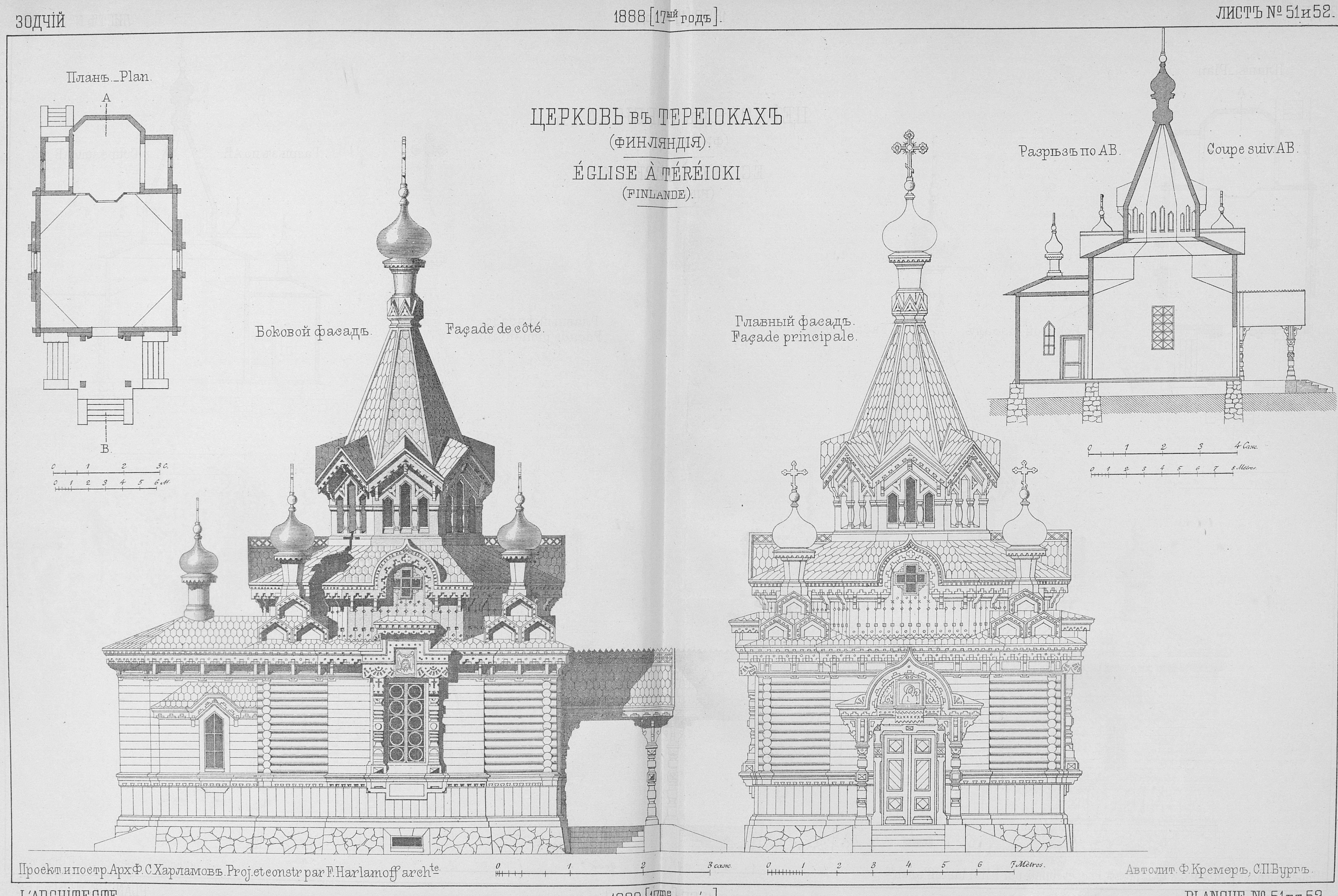
Фототипія В. И. Штейнъ, СПБ.

Одесскій театръ. Théâtre d'Odessa.



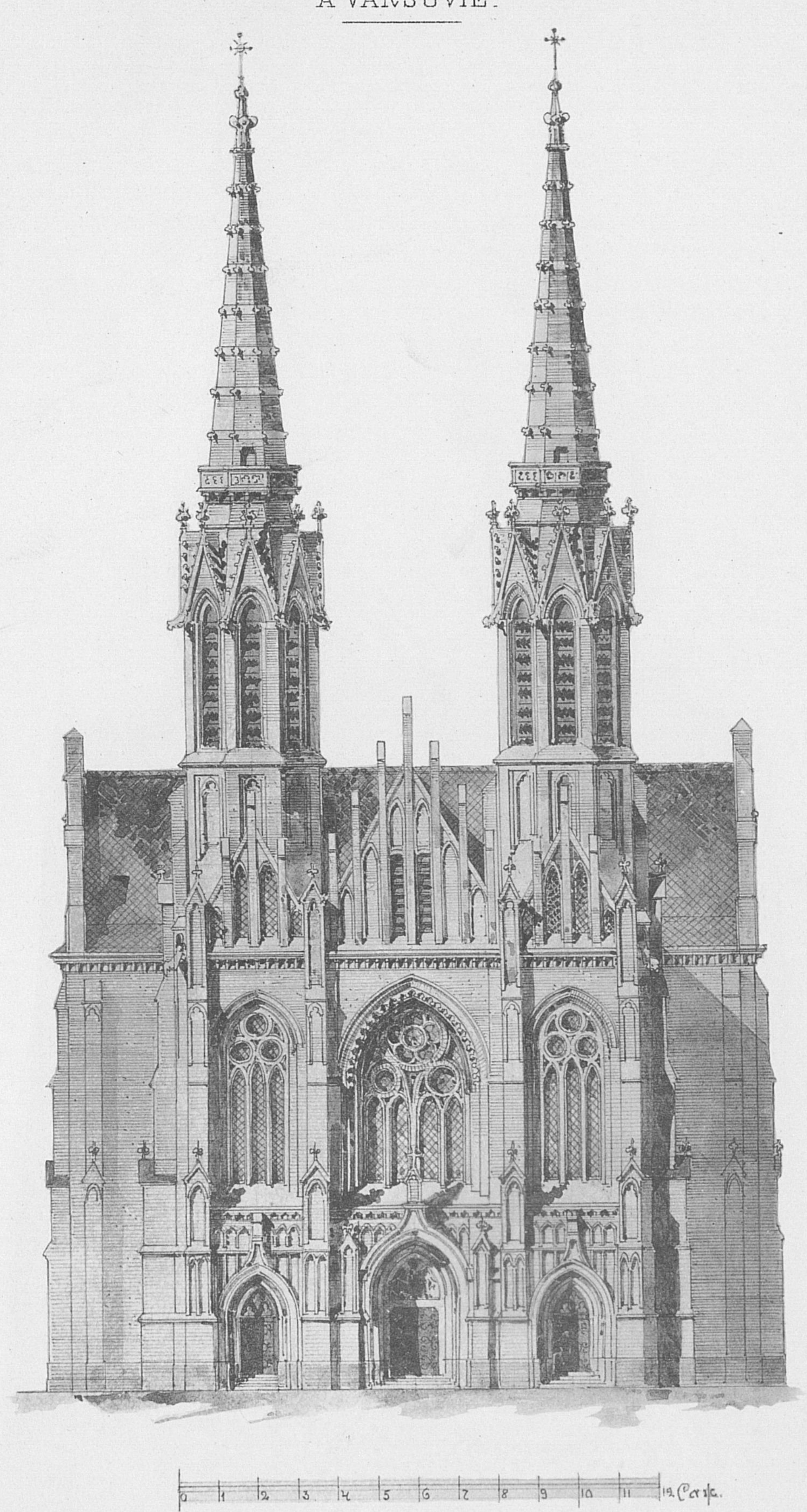
Проект. Арх. Фельнеръ и Гельмеръ въ Вѣнѣ. Proj. des arch. Fellner et Helmer de Vienne.

Фототипія В. И. Штейнъ, СПБ.


ЦЕРКОВЬ въ ТЕРЕІОКАХЪ
(ФИНЛЯНДІЯ).
ÉGLISE À TÉRÉIOKI
(FINLANDE).
Планъ_Plan.
A
B
Боковой фасадъ. Façade de côté.
Главный фасадъ. Façade principale.
Разрѣзъ по AB. Coupe suiv. AB.
Проект и постр. Арх. Ф. С. Харламовъ. Proj. et constr par F. Harlamoff archte
Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Бургъ.

КАТОЛИЧЕСКАЯ ЦЕРКОВЬ НА ПРЕДМѢСТЬИ ПРАГА (ВАРШАВА).

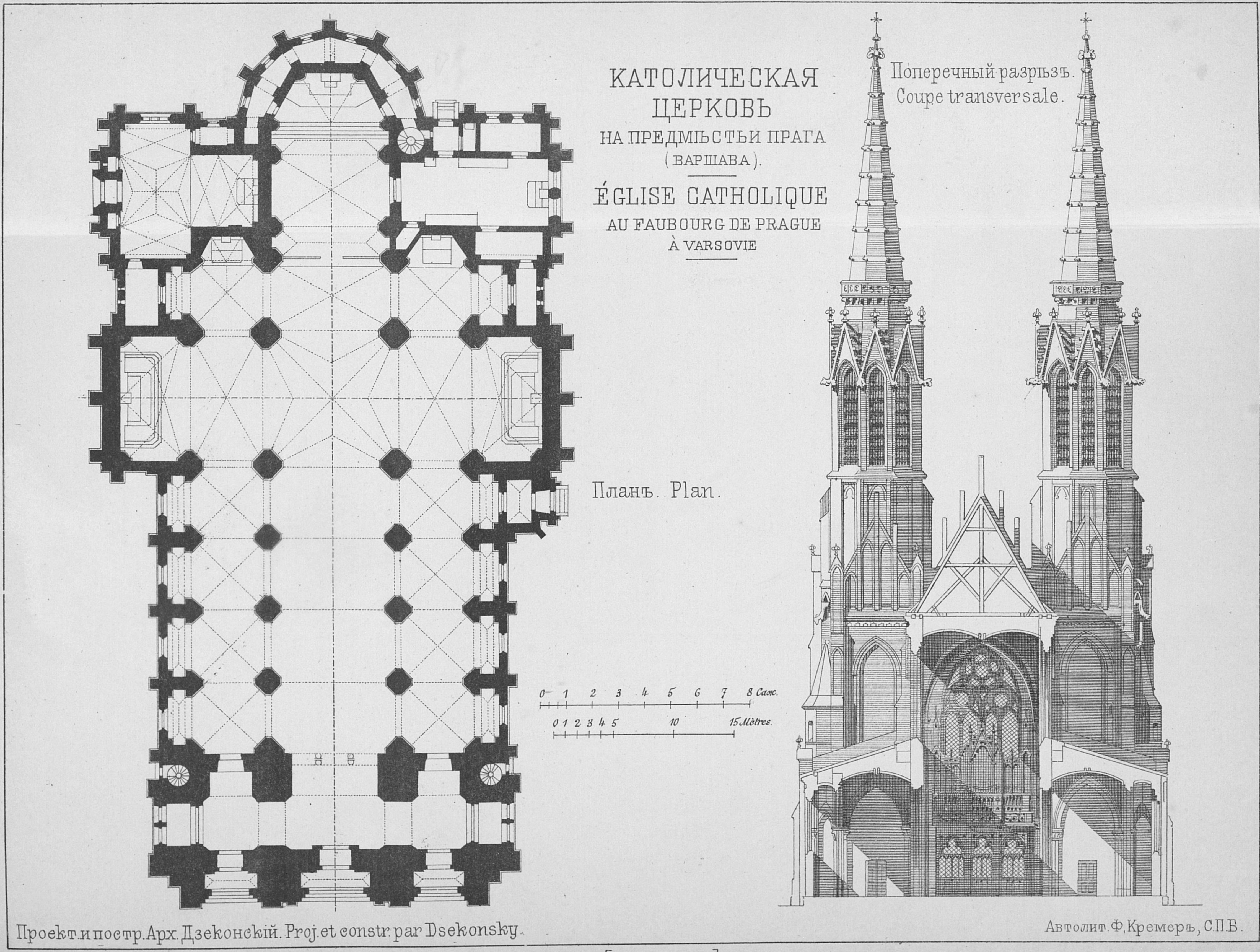
ÉGLISE CATHOLIQUE AU FAUBOURG DE PRAGUE À VARSOVIE.



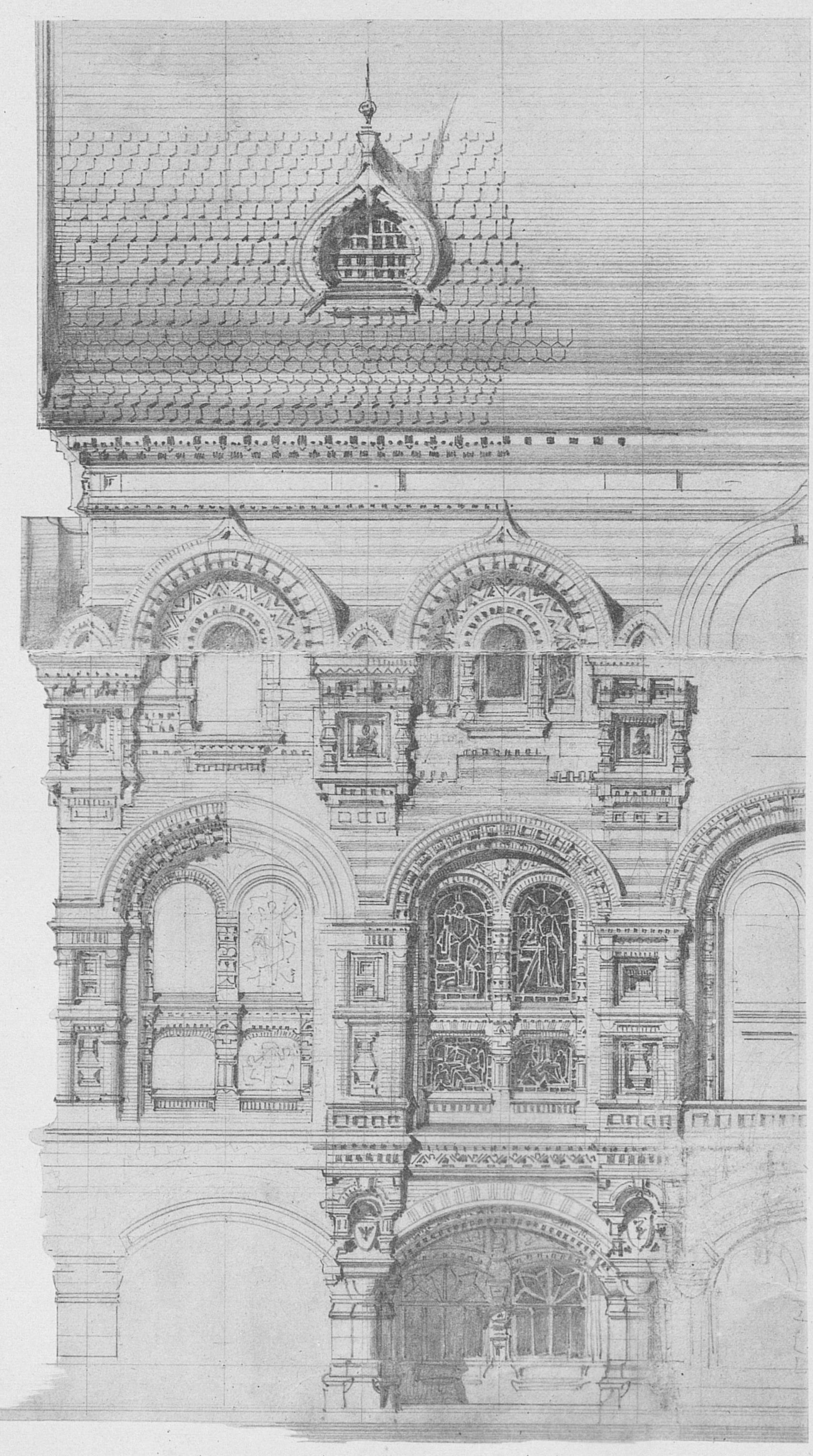
Проектъ и постр. Арх. Дзеконскій. Proj. et constr. par Dsekonsky archte

Фототипія В. И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13. С.П.Б.


КАТОЛИЧЕСКАЯ ЦЕРКОВЬ НА ПРЕДМѢСТЬИ ПРАГА
(ВАРШАВА).
ÉGLISE CATHOLIQUE AU FAUBOURG DE PRAGUE
À VARSOVIE.
Проект. и постр. Арх. Дзеконскій. Proj. et constr. par Dsekonsky archte.
0 ½ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 Саж.
Фототипія В. И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13. СПБ


КАТОЛИЧЕСКАЯ ЦЕРКОВЬ
НА ПРЕДМѢСТЬИ ПРАГА (ВАРШАВА).
ÉGLISE CATHOLIQUE
AU FAUBOURG DE PRAGUE À VARSOVIE
Поперечный разрѣзъ. Coupe transversale.
Планъ. Plan.
0 1 2 3 4 5 6 7 8 Саж.
0 1 2 3 4 5 10 15 Mètres.
Проект. и постр. Арх. Дзеконскій. Proj. et constr. par Dsekonsky.
Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

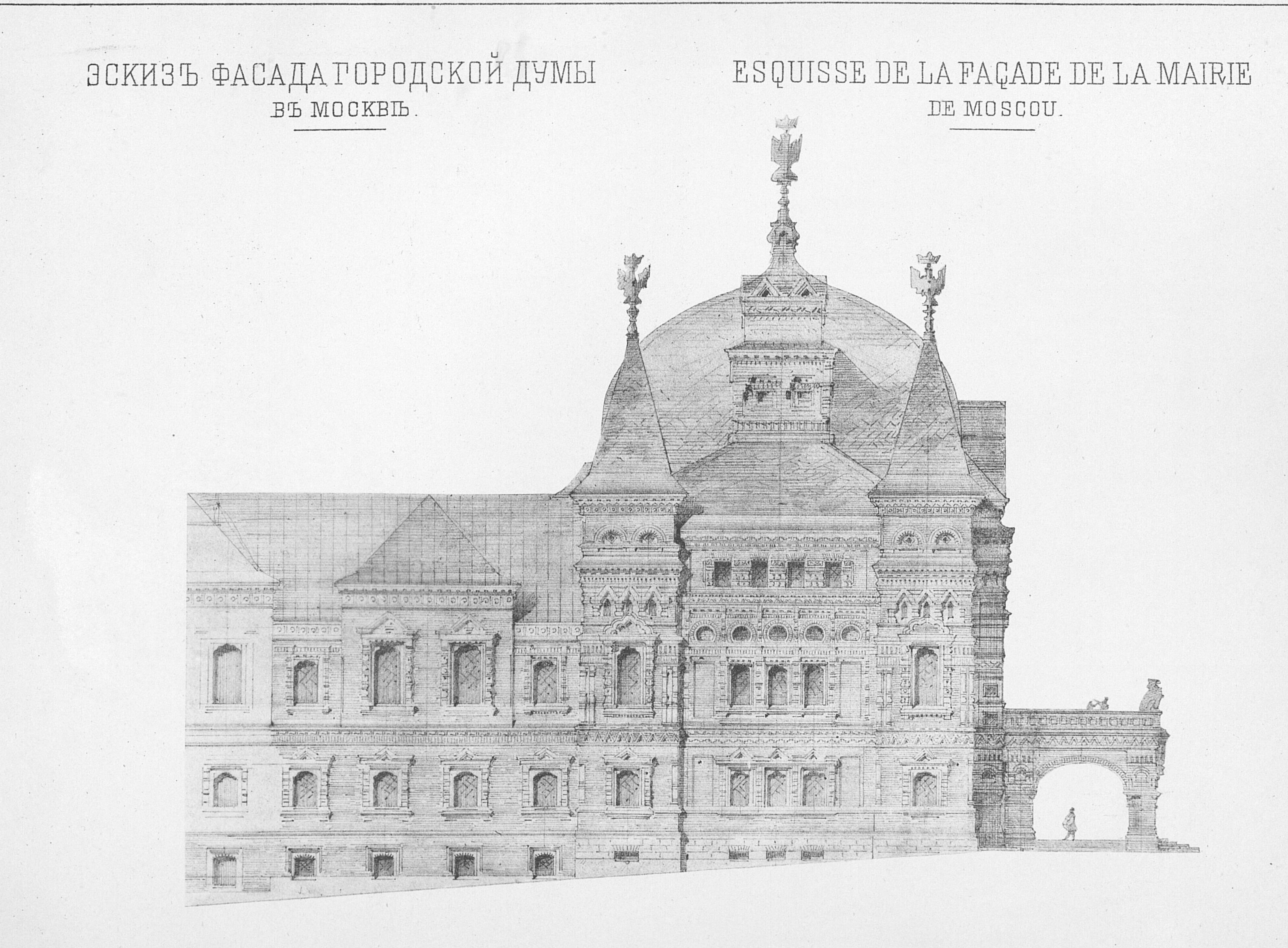
ЭСКИЗЪ ФАСАДА ГОРОДСКОЙ ДУМЫ ВЪ МОСКВѢ.



ESQUISSE DE LA FAÇADE DE LA MAIRIE DE MOSCOU.

Проектъ. Арх. А. И. Резановъ и А. Л. Гунъ. Proj. par A. Rezanoff et A. Hun archtes.

Фототипія В. И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13. С.П.Б.

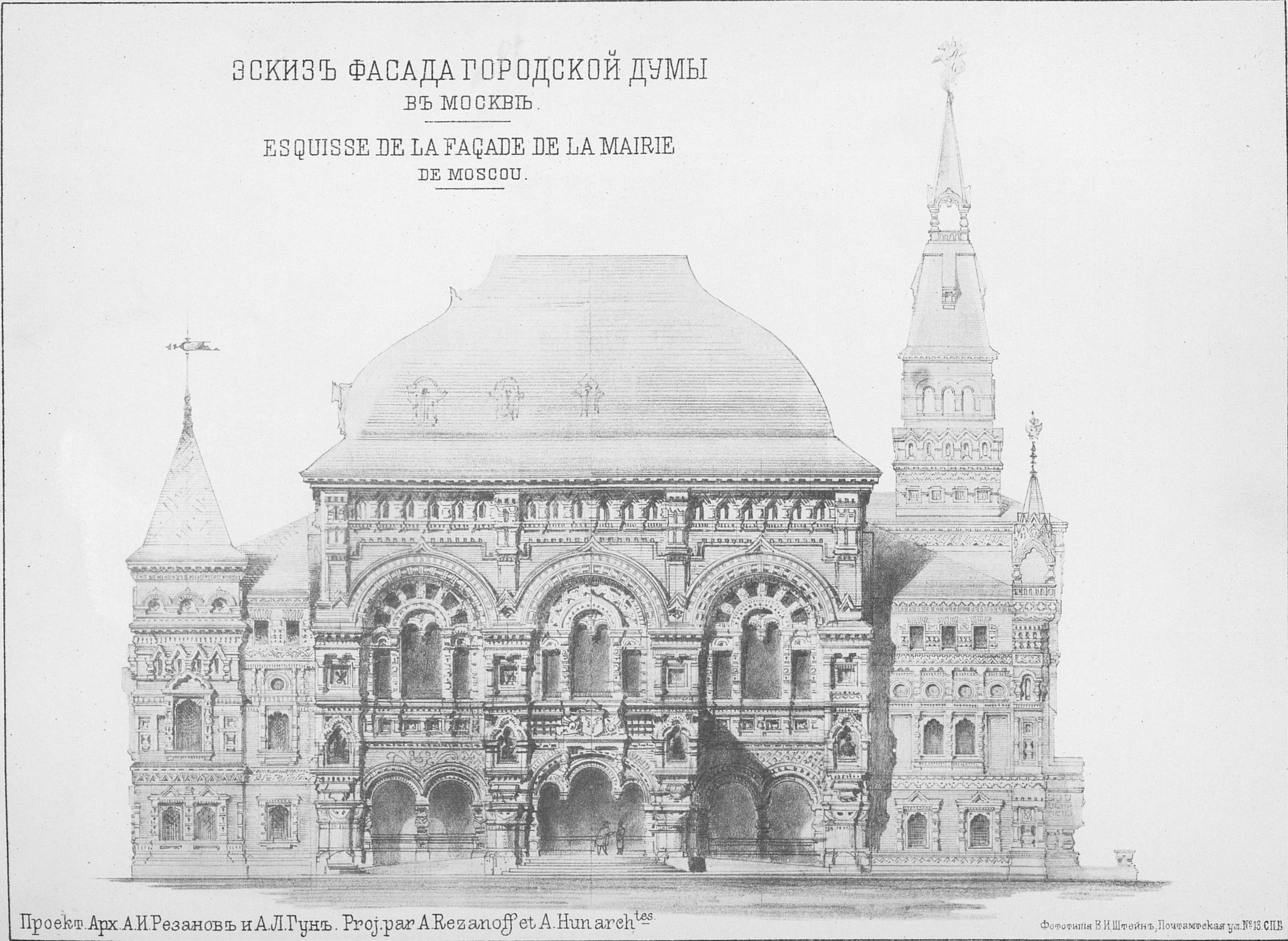


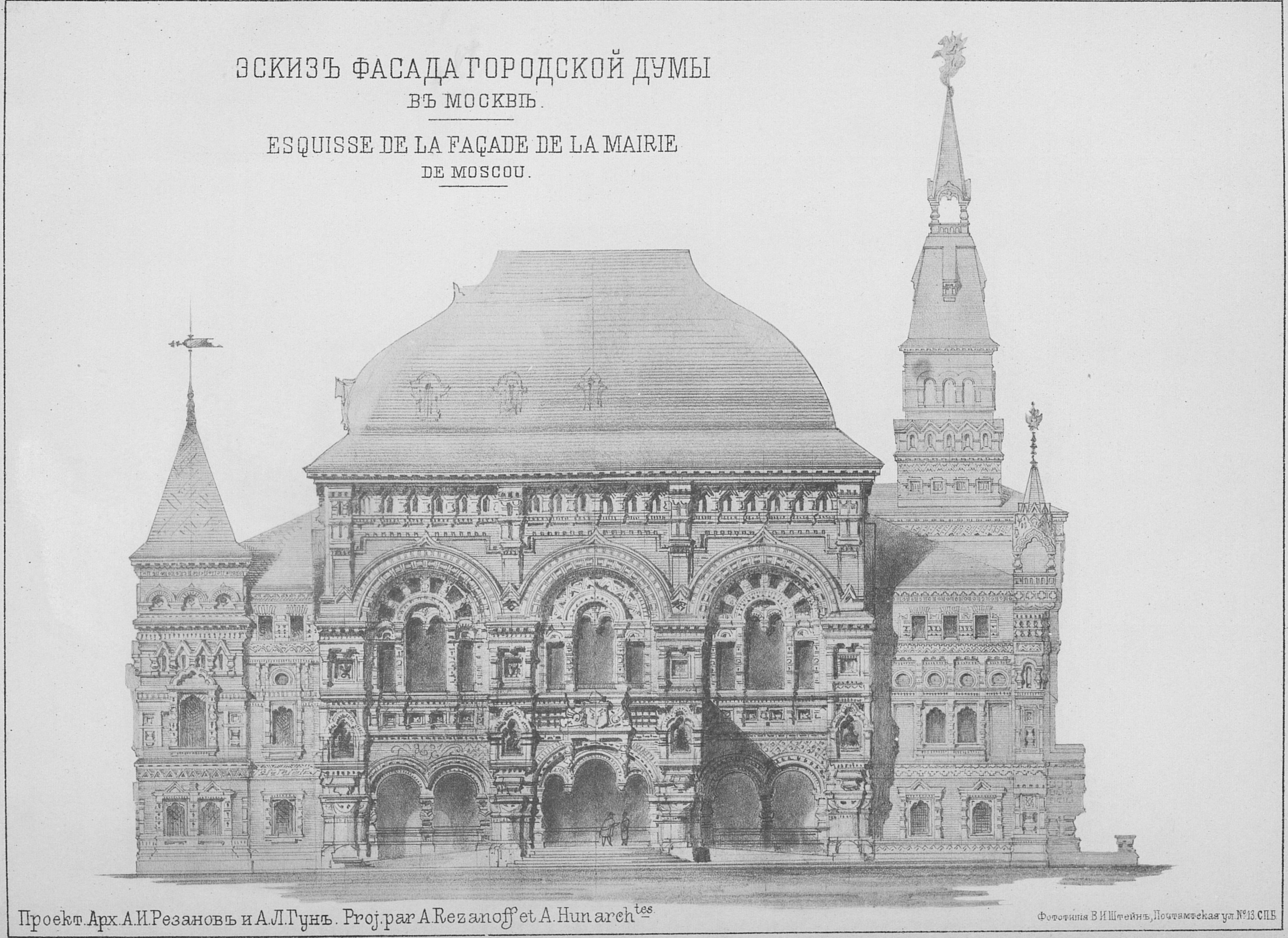
ЭСКИЗЪ ФАСАДА ГОРОДСКОЙ ДУМЫ ВЪ МОСКВѢ.

ESQUISSE DE LA FAÇADE DE LA MAIRIE DE MOSCOU.

Проектъ Арх. А. И. Резановъ и А. Л. Гунъ. Proj. par A. Rezanoff et A. Hun arch^tes^.

Фототипія В. И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13. СПБ.


ЭСКИЗЪ ФАСАДА ГОРОДСКОЙ ДУМЫ
ВЪ МОСКВѢ.
ESQUISSE DE LA FAÇADE DE LA MAIRIE
DE MOSCOU.
Проектъ Арх. А.И. Резановъ и А.Л. Гунъ. Proj. par A. Rezanoff et A. Hun archtes.
Фототипія В.И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13. СПБ.


ЭСКИЗЪ ФАСАДА ГОРОДСКОЙ ДУМЫ
ВЪ МОСКВѢ.
ESQUISSE DE LA FAÇADE DE LA MAIRIE
DE MOSCOU.
Проектъ Арх. А.И. Резановъ и А.Л. Гунъ. Proj. par A. Rezanoff et A. Hun archtes.
Фототипія В.И. Штейнъ, Почтамтская ул. № 13. СПБ.

ПРОФЕССОРЪ АРХИТЕКТУРЫ

АЛЕКСАНДРЪ ИВАНОВИЧЪ РЕЗАНОВЪ

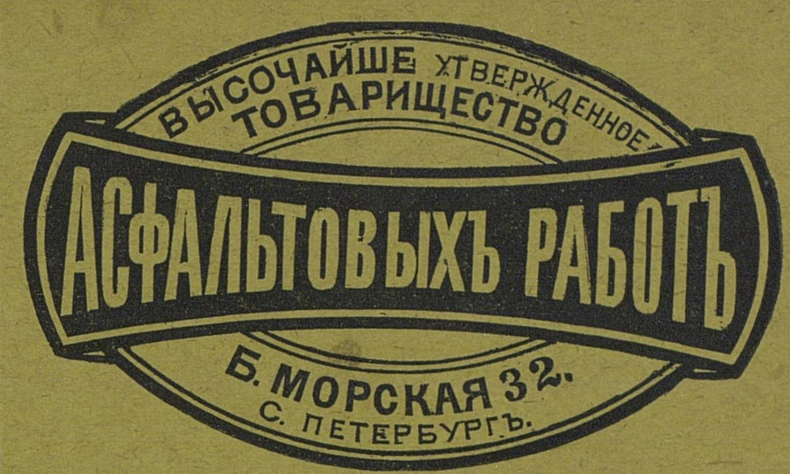
РОД. 10 АВГУСТА 1817 Г. СКОНЧ. 18 НОЯБРЯ 1887 Г.



ALEXANDRE RESANOFF PROFESSEUR D'ARCHITÉCTURE

NÉ LE 10 AOÛT 1817, MORT LE 18 NOVEMBRE 1887.

Фототипія В. И. Штейнъ, Почтамтская 13 СПБ


ВЫСОЧАЙШЕ УТВЕРЖДЕННОЕ
ТОВАРИЩЕСТВО
АСФАЛЬТОВЫХЪ РАБОТЪ
Б. МОРСКАЯ 32.
С. ПЕТЕРБУРГЪ.

АСФАЛЬТОВЫЙ ТОЛЬ

для крышъ, подъ смазку половъ, для обивки деревянныхъ стѣнъ снаружи и пр.

КАРТОНЪ ДЛЯ СТѢНЪ.

Асфальтовый лакъ для окраски крышъ, желѣза и дерева.

Энгидрія смоленный составъ противъ сырости.

В. А. ПАРМАНЪ и К°

Гороховая № 19. **Телефонъ № 64.**

Прейсъ-куранты, смѣты и проч. безплатно.



СЛЕСАРНАЯ МАСТЕРСКАЯ БЮШИНГА.

Спб., Малая Конюшенная ул., д. № 9.

СПЕЦІАЛОНОСТЬ:

дверныхъ замковъ новой конструкціи, съ никогда не качающимся ручками. Пріемъ заказовъ на всѣ домовые приборы и прочія слесарныя издѣлія, а также изготовленіе несгараемыхъ огнеупорныхъ шкафовъ и дверей.

КОНТОРА
АСФАЛЬТОВЫХЪ РАБОТЪ И ПР.
Ф. ГИЛЛЕ

Екатерининскій каналъ, № 164/166, близь Аларчина моста.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Принимаетъ работы по примѣру прежнихъ лѣтъ.

Печ. разр. 25 Мая 1888 г., Спб. Градонач. Ген.-Лейт. Грессеръ. Типографія А. Татовъ, Мѣщанская 20.

1888 годъ (XVII).

ЗОДЧІЙ,

ЖУРНАЛЪ АРХИТЕКТУРНЫЙ и ХУДОЖЕСТВ.-ТЕХНИЧЕСКІЙ,

ОРГАНЪ

С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО ОБЩЕСТВА АРХИТЕКТОРОВЪ.

№№ 3 и 4. Мартъ и Апрѣль 1888 г.

СОДЕРЖАНІЕ:

ТЕКСТЪ:

ЧЕРТЕЖИ:

Модели печей.

Издавая чертежи устройства разнаго рода печей, я пришелъ къ убѣжденію, что изданіемъ однихъ только чертежей невозможно достигнуть тѣхъ полезныхъ практическихъ результатовъ, какія желательны въ печномъ дѣлѣ, потому именно, что наши печные мастера, не имѣя никакой предварительной подготовки, совершенно не понимаютъ плана и не могутъ работать иначе, какъ подъ наблюденіемъ и указаніемъ производителя работъ, теряющаго на эти указанія массу времени и труда; поэтому я полагаю, что для нашихъ мастеровъ необходимо, трудно понимаемый имъ чертежъ, замѣнить болѣе доступною для его понятій практическою моделью, которая давала-бы мастеру возможность, не только ознакомится съ тою, или другою конструкціею печи, но вмѣстѣ съ тѣмъ служила бы ему во время работы яснымъ и нагляднымъ пособіемъ, указывая самый способъ устройство печей въ мельчайшихъ ея подробностяхъ. Такимъ образомъ даже безъ надзора техника для мастера невозможны будутъ какія либо отступленія, уклоненія или ошибки, такъ какъ работа по модели вполнѣ отстраняетъ таковыя; для строителя остается только поручить надзоръ затѣмъ, чтобы мастера производили работу не торопливо, хорошо бы вымачивали кирпичь и кладку производили съ возможно-тонкими швами глины.

Зная изъ опыта, какъ трудно и въ особенности въ провинціи имѣть толковаго и знающаго печное дѣло мастера, я рѣшился предпринять

изготовленіе разборныхъ моделей,

въ которыхъ указана кладка печи съ основанія до самаго верха, при чемъ въ наиболѣе трудныхъ мѣстахъ показано расположеніе дымоходовъ, разводк ихъ, кладка и переводка кирпича; такимъ путемъ мнѣ кажется возможно будетъ поручать работу даже и малоопытнымъ печникамъ, такъ какъ вся работа ихъ производится автоматически можетъ быть контролируема во всякое время

Въ настоящее время готовы модели кирпичныхъ печей для каменнаго угля; одни модели для печей, имѣющихъ въ каменныхъ стѣнахъ особыя дымовыя трубы, или въ деревянныхъ строеніяхъ— отдѣльныя коренныя и другія модели для деревянныхъ перегородокъ или для тѣхъ случаевъ, когда по какимъ либо обстоятельствамъ не возможно устроить трубу; въ послѣднемъ случаѣ я имѣлъ въ виду укоренившійся въ провинціи обычай устраивать трубу не иначе, какъ надъ самою печью и такъ какъ никакія узаконенія не могутъ измѣнить этотъ не вполнѣ раціональный пріемъ, то мною предлагается особый способъ устройства печей, дающій возможность ставить подобныя трубы на болѣе прочныхъ основаніяхъ.

При требованіи модели слѣдуетъ указать какую собственно желаютъ имѣть модель, съ трубою надъ печью, или безъ оной.

О выходѣ слѣдующихъ моделей печей для топки дровами будетъ объявлено въ «Недѣлѣ Строителя», но для своевременнаго изготовленія ихъ желательно имѣть предварительное увѣдомленіе отъ тѣхъ лицъ, которые пожелаютъ пріобрѣсти таковыя, такъ какъ при извѣстномъ и опредѣленномъ количествѣ возможно будетъ понизить цѣну ихъ.

При модели прилагается детальный чертежъ, съ показаніемъ той же печи въ трехъ размѣрахъ съ вентеляціею и безъ оной.

Цѣна модели съ упаковкою 6 р., пересылка съ накладнымъ платежемъ на счетъ получателя, или по желанію чрезъ контору транспортовъ.

Выпуская свои модели, я позволю себѣ покорнѣйше просить лицъ, интересующихся вопросомъ объ отопленіи, не отказать мнѣ въ указаніи замѣчаемыхъ ими недостатковъ.

П. Степановъ.

С.-Петербургъ, Екатерингофскій просп., д. № 33.

ГОДЪ XVII.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ
въ конторѣ редакціи:
С.-Петербургъ, Измайловскій полкъ,
5-я рота, д. № 12, кв. 4.

ЗОДЧІЙ

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:
въ С.-Петербургѣ, безъ дост. 12 р.
съ доставкою въ Спб. и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи 14 „
съ пересылкой за границу . . 17 „

№№ 3 и 4. МАРТЪ и АПРѢЛЬ. 1888 г.

Топка печей дровами

и конструкція приспособленнаго для этого топливника на основаніи наблюденія товарищества по устройству отопленія и вентиляціи зданій.

(Окончаніе).

Затѣмъ были проектированы еще, для дровъ, переходные, между указанными, типы топливниковъ; но всѣ они, будучи придумываемы безъ надлежащей повѣрки, не достигали, при періодической топкѣ, своей цѣли; конструкція ихъ измѣнялась преимущественно съ цѣлью улучшенія полноты горѣнія, въ то время какъ цѣль эта достигалась и при самыхъ простыхъ топливникахъ; здѣсь же замѣтимъ, что къ лучшимъ типамъ топливниковъ принадлежатъ еще тѣ изъ нихъ, которые проектированы съ обратнымъ пламенемъ; но топливники эти все-таки требуютъ перемѣшиванія и занимаютъ сравнительно много мѣста; поэтому, для комнатныхъ печей, они могутъ быть примѣняемы лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

Но, несмотря на недостатки разсмотрѣнныхъ топливниковъ, они, въ сопоставленіи съ выше перечисленными условіями раціональной топки, обрисовывали то направленіе, котораго слѣдовало придерживаться для надлежащаго улучшенія; такъ — прямоугольную форму, въ планѣ, удобную при подкладкѣ топлива, слѣдовало оставить безъ измѣненія; напротивъ того, горизонтальныя плоскости, какъ способствующія раскидыванію топлива на большое пространство и вызывающія перемѣшиваніе, необходимо было совсѣмъ устранить; топливникъ слѣдовало ограничить снизу системою наклонныхъ плоскостей, расположенныхъ такимъ образомъ, чтобы по нимъ уголь скатывался въ одно мѣсто, снабженное притокомъ ограниченнаго количества воздуха большой скорости; для полученія послѣдняго и удаленія золы, замедляющей горѣніе, подобный топливникъ возможно было проектировать только при условіи примѣненія рѣшетки, польза которой была впрочемъ уже выяснена и предъидущими данными.

Здѣсь было-бы излишне останавливаться на тѣхъ промежуточныхъ пробныхъ типахъ, которые были проектированы и изслѣдованы товариществомъ, согласно съ приведенными общими соображеніями; ограничимся лишь замѣчаніемъ, что постоянная повѣрка, путемъ опыта*), производимыхъ измѣненій привела къ необходимости видоизмѣнить даже обыкновенно примѣняемый типъ рѣшетки, который, будучи проектированъ для минеральнаго топлива, неправильно примѣнялся при топкѣ дровами; черезъ слишкомъ широкіе прозоры этихъ рѣшетокъ притекалъ больше потребнаго объемъ воздуха, при сравнительно малой скорости.

*) Наблюденія товарищества за зиму 1886/7 года.

На чертежѣ 5 показанъ топливникъ въ томъ видѣ, въ какомъ онъ былъ окончательно разработанъ товариществомъ и примѣненъ, въ послѣдній сезонъ, болѣе чѣмъ къ 100 нагрѣвательнымъ приборамъ (комнатныхъ печей и калориферовъ); здѣсь: A — обыкновенная, двойная, топочная дверца; внутреннее полотенце снабжено отверстіемъ *a* (діаметромъ около 1 вершка), закрытымъ слюдяною пластинкою; B — поддувальная дверца, съ отверстіями для притока воздуха; C — рѣшетка, показанная въ большомъ видѣ на чертежѣ (8); она, сообразно съ количествомъ дровъ, которое должно сгорѣть въ печи, отливается товариществомъ въ числѣ 5-ти типовъ, а именно отъ $6\frac{1}{8} \times 2\frac{3}{16}$ кв. верш. до $9\frac{1}{8} \times 3\frac{1}{2}$ верш., причемъ число прорѣзовъ, въ каждомъ ряду, увеличивается до пяти *); при большихъ размѣрахъ, ставятся колосники; остальныя части топливника состоятъ изъ обыкновѣннаго или англійскаго кирпича, при чемъ часть *d* дѣлается высотою отъ $4\frac{1}{2}$ до 5 вершковъ, откосъ-же *e* составляетъ съ горизонтомъ уголъ нѣсколько болѣе 45° (до 55°); высота топливника разсчитана такъ, чтобы въ немъ могло помѣститься все количество дровъ, потребное, съ запасомъ, для одной топки; нормальную ширину топливника слѣдуетъ считать у насъ 10 вершковъ, причемъ дрова, если ихъ будетъ наложено немного, располагаются горизонтально (чер. 5), при большемъ-же количествѣ (больше 6—8 полѣнъ) ихъ слѣдуетъ класть наклонно (чер. 6). Для небольшихъ печей, впрочемъ, топливники дѣлаются шириною въ 7 вершковъ, а дрова всегда ставятъ наклонно; для калориферовъ-же ихъ уширяютъ до 15 вершковъ.

Опыты, произведенные товариществомъ надъ указаннымъ типомъ топливника, а также наблюденія въ тѣхъ случаяхъ, когда въ частныхъ квартирахъ топка производилась посторонними лицами, выяснили нижеслѣдующія его достоинства и недостатки:

1) Простота ухода; послѣдній ограничивается подкладкою дровъ и зажженныхъ растопокъ; послѣ этого закрывается внутренняя топочная дверца, предоставляя печи топиться до конца безъ всякаго перемѣшиванія; оно здѣсь не требуется, такъ какъ дрова, послѣ ихъ обугливанія, ломаются и падаютъ на рѣшетку, гдѣ, сгорая, превращаются въ золу; процессъ горѣнія происходитъ равномѣрно и умѣренно, такъ какъ къ дровамъ, нѣсколько удаленнымъ отъ рѣшетки, воздухъ притекаетъ уже съ уменьшенною скоростью; напротивъ того, уголья, падающіе на рѣшетку, подвержены непосредственному дѣйствію воздуха, вытекающаго изъ срав-

*) Чаще другихъ для комнатныхъ печей ставится рѣшетка въ $9\frac{1}{8} \times 2\frac{3}{16}$ и $6\frac{1}{8} \times 2\frac{3}{16}$; крайній, болѣе широкій прорѣзъ долженъ быть обращенъ внизъ.

нительно узкихъ прозоровъ съ большою скоростью, вслѣдствіе чего сгораютъ быстро; при этомъ послѣдній періодъ, очевидно, весьма коротокъ. Когда-же отверстія, оставленныя въ топочной и поддувальной дверцѣ, потемнѣютъ, что можетъ быть замѣчено даже издали, то остается закрыть вьюшку; итакъ весь уходъ сводится къ тому, чтобы растопить печь и закрыть вьюшку,—дѣйствія, очевидно, весьма простыя.

2) Высокое полезное дѣйствіе; сравнительные опыты, произведенные надъ однѣми и тѣми-же печами, снабженными послѣдовательно разными топливниками указали, что, при самомъ простомъ, упомянутомъ выше уходѣ за топкою, полезное дѣйствіе увеличилось вдвое, возвышаясь до 80% *); явленіе это непосредственно вытекаетъ изъ того, что здѣсь удовлетворены условія, необходимыя для правильнаго горѣнія, а именно: замедленіе перваго и ускореніе послѣдняго періода; кромѣ того, нѣкоторое, хотя и небольшое вліяніе оказываетъ еще полнота горѣнія.

Примѣчаніе. Какъ было замѣчено выше, полезное дѣйствіе около 60% можетъ быть достигнуто и при глухомъ подѣ; но для этого нуженъ умѣлый уходъ, который не всегда достигается; обыкновенно-же, печи доставляютъ около 40%.

3) Полная безопасность противъ угара; при данныхъ топливникахъ, вьюшку слѣдуетъ закрывать только послѣ того, когда всѣ уголья совершенно сгорятъ, такъ какъ здѣсь не нужно долго ожидать этого и выше указанный, высокій коэффиціентъ полезнаго дѣйствія былъ опредѣленъ, именно, при подобномъ уходѣ.

4) Сравнительно большой объемъ топливника, вмѣщающаго все, потребное для одной топки количество дровъ; при при обыкновенно устроиваемыхъ печахъ, имъ, для полученія большаго полезнаго дѣйствія, стали придавать весьма малые размѣры, требующіе подкидыванія во время топки дровъ, что во многихъ случаяхъ неудобно; въ данномъ-же топливникѣ величина его верхней части не оказываетъ замѣтнаго вліянія на полезное дѣйствіе.

Поименованныя достоинства, въ дѣйствительности которыхъ товарищество убѣдилось непосредственнымъ опытомъ, достигается вышеуказанными коренными измѣненіями въ формѣ топливника, каковыя, въ то же время, представляютъ нѣкоторое усложненіе въ способѣ прочистки; послѣдняя, при топливникахъ небольшой высоты, можетъ быть производима крыломъ или кистью изъ топочныхъ дверецъ, или-же для этого достаточно вынуть рѣшетку; но если въ большихъ топливникахъ разстояніе отъ топочной дверцы до рѣшетки будетъ значительно, то, въ зависимости отъ конструкціи, товарищество примѣняетъ одно изъ нижеуказанныхъ приспособленій: a) для комнатныхъ печей рѣшетка не врубается непосредственно въ кирпичъ, но кладется на особую чугунную рамку *d* (чер. 7 и 11), причемъ она можетъ вращаться на цилиндрическихъ выступахъ *e*; необходимую принадлежность прибора составляетъ еще стержень *f*, соединенный съ рѣшеткою и поддувальной дверцею такимъ образомъ, что, при открываніи послѣдней, первая опрокидывается (чер. 9) и весь мусоръ падаетъ въ зольникъ *); при этомъ, слѣдовательно, прислуга, открывая поддувальную дверцу, даже и не подозрѣвая этого, очищаетъ рѣшетку; b) при калориферахъ съ большими рѣшетками, устраиваемыми изъ колосниковъ, послѣдніе лежатъ на особомъ, выдвижномъ таганчикѣ *g* (чер. 10), который для прочности можетъ быть вмѣстѣ съ ними свободно вынимаемъ черезъ поддувальную дверцу.

Во всякомъ случаѣ, прочистка требуется не болѣе одного раза въ недѣлю и при, указанныхъ приспособленіяхъ, производится легко, такъ какъ сводится къ выгребанію золы черезъ поддувальную дверцу.

Но не смотря на перечисленныя достоинства данныхъ топливниковъ, товарищество полагаетъ, что дальнѣйшее совершенствованіе ихъ возможно и съ этою цѣлью производитъ постоянныя изслѣдованія; и теперь уже можно сказать, что было-бы весьма желательно придумать достаточно практичное приспособленіе для автоматическаго закрыванія вьюшки; послѣднее возможно и при настоящихъ данныхъ, но оно или стоитъ слишкомъ дорого, или-же дѣйствуетъ недостаточно правильно, будучи подвержено случайной порчѣ.

Здѣсь-же считаемъ долгомъ замѣтить, что расположеніе составныхъ частей разсмотрѣннаго топливника было принято послѣ цѣлаго ряда провѣрочныхъ наблюденій; поэтому лицъ, которыя пожелаютъ воспользоваться таковымъ, товарищество предупреждаетъ, что, до новыхъ данныхъ, слѣдуетъ точно придерживаться указаннаго типа, хотя-бы нѣкоторыя части и казались нѣсколько неудобными для кладки; товариществомъ были испробованы разныя сочетанія плоскостей и здѣсь приведены лучшія изъ нихъ.

Топливники указаннаго типа были передѣлываемы изъ обыкновенныхъ, даже въ самыхъ простыхъ голландскихъ и унтермаркскихъ печахъ, причемъ каждый разъ опытъ указывалъ на замѣтное улучшеніе горѣнія и увеличеніе полезнаго дѣйствія; поэтому товарищество находитъ возможнымъ особенно настаивать на примѣненіи даннаго топливника тѣмъ болѣе, что передѣлка обходится сравнительно дешево; опытный печникъ, въ полтора до двухъ рабочихъ дней, можетъ произвести эту работу даже при передѣлкѣ въ изразчатой печи. Простота и практичность ухода также едва-ли могутъ вызвать возраженія даже самой взыскательной прислуги; но, не смотря на то, что здѣсь уходъ гораздо проще общепринятаго, онъ тѣмъ самымъ уже рознится отъ послѣдняго; поэтому, для избѣжанія возможныхъ недоразумѣній, слѣдуетъ снабжать новые топливники инструкціею; для примѣра здѣсь приведенъ образецъ инструкціи, принятой товариществомъ, и, по своей простотѣ, не требующій особыхъ поясненій.

ИНСТРУКЦІЯ

1) *При топкѣ печи слѣдуетъ поставить дрова наклонно и подложить побольше растопокъ*

2) *Внутренняя топочная дверца должна оставаться во все время топки закрытою.*

3) *Наружная топочная дверца должна оставаться во все время топки открытою.*

---

*) Коэффиціентъ этотъ былъ наблюдаемъ даже при обыкновенныхъ круглыхъ и голландскихъ печахъ; въ примѣненіи-же къ печамъ усовершенствованной конструкціи, данный топливникъ возвышалъ ихъ полезное дѣйствіе даже нѣсколько болѣе 90% (наблюденія товарищества за зиму 1887 г. въ Аничковомъ дворцѣ, квартирѣ г. Министра Финансовъ, на вокзалѣ С.-Петербурго-Варшавской желѣзной дороги, въ Артиллерійской Академіи и друг.).

*) Во время топки поддувальная дверца должна быть закрыта, воздухъ же притекаетъ черезъ имѣющіеся въ ней отверстія (среднимъ числомъ общею площадью въ 1 до $1\frac{1}{2}$ кв. вершка); названную дверцу открываютъ только для выгребанія золы.

4) *Поддувальная дверца должна оставаться во все время топки закрытою.*

5) *Зольникъ и топливникъ должны быть очищаемы отъ золы еженедѣльно.*

Примѣчаніе. *Печь не требуетъ перемѣшиванія; закрывать вьюшку можно только тогда, когда всѣ уголья сгорятъ, причемъ отверстія въ топочной и поддувальной дверцѣ совсѣмъ потемнѣютъ.*

Безъ инструкцій прислуга, по рутинѣ, часто считаетъ необходимымъ перемѣшивать печь, топить ее съ открытою дверцею и закрывать еще съ раскаленными угольями; перемѣшиваніе здѣсь не мѣшаетъ, хотя и безполезно; но топки съ открытою топочною дверцею и закрыванія съ горящими угольями не слѣдуетъ совсѣмъ допускать какъ для избѣжанія угара, такъ и въ виду того, что при этомъ оставшіеся не сгорѣвшими угольки скоро засоряютъ рѣшетку.

Здѣсь-же необходимо оговориться, что данный типъ топливника, будучи приспособленъ спеціально для дровъ, совершенно негоденъ, безъ особой передѣлки, для минеральнаго топлива; по отношенію къ послѣднему, наблюденія, произведенныя товариществомъ, указали, что существующіе въ настоящее время разные типы топливниковъ удовлетворительны только при постоянной топкѣ; но для періодической топки печей большой теплоемкости, они должны быть измѣнены; опыты, произведенные въ этомъ направленіи, указали на тотъ путь, котораго слѣдуетъ придерживаться, и построенные на новыхъ началахъ топливники подвергаются наблюденіямъ товарищества въ правленіи онаго; но до окончательнаго усовершенствованія и изслѣдованія, было-бы преждевременно рекомендовать ихъ, такъ какъ по весьма понятнымъ причинамъ, не надлежащее устройство комнатной печи, въ особенности, можетъ принести большой вредъ дѣлу, подрывая довѣріе ко всякимъ усовершенствованіямъ. Въ этомъ случаѣ необходима крайняя осторожность, которая и заставила товарищество такъ долго ждать съ обнародованіемъ выработаннаго имъ топливника для топки дровами; прежде слѣдовало испытать его на практикѣ.

Послѣднее, какъ замѣчено выше, было сдѣлано въ большихъ размѣрахъ и поэтому товарищество находитъ, въ настоящее время, возможнымъ опубликовать данное усовершенствованіе; при этомъ самъ собою падаетъ упрекъ, съ которымъ случалось встрѣчаться товариществу, а именно: что будто-бы оно скрываетъ отъ публики произведенныя имъ усовершенствованія, съ вѣроятною цѣлію полученія привилегій.

Для избѣжанія недоразумѣній, товарищество находитъ умѣстнымъ заявить, что разработываемые имъ приборы вообще и настоящій топливникъ въ частности, оно не считаетъ своею исключительною собственностью и не только предоставляетъ пользоваться таковыми желающимъ, но съ своей стороны приняло всѣ мѣры для облегченія пользованія, приготовивъ, съ этою цѣлью, какъ запасъ рѣшетокъ, отлитыхъ по особымъ моделямъ, такъ и нормальные чертежи топливниковъ; товарищество, задавшись цѣлью болѣе правильной постановки вопроса объ отопленіи и вентиляціи зданій, и встрѣтивъ въ этомъ отношеніи полное сочувствіе общества, считаетъ всѣ выработанныя имъ усовершенствованія общимъ достояніемъ, имѣя также въ виду возможно болѣе доступную форму таковыхъ.

Поэтому, въ настоящей статьѣ указаны среднія данныя, которыми могутъ воспользоваться даже лица, мало знакомыя съ устройствомъ нагрѣвательныхъ приборовъ; далѣе, хотя для точнаго опредѣленія величины отверстій, вырѣзываемыхъ въ поддувальной дверцѣ нужна извѣстная опытность, но тѣмъ не менѣе, даже при совершенно открытомъ поддуваль средней площадью въ 9 кв. верш., получается полезное дѣйствіе въ 1,5 раза болѣе противъ обыкновеннаго и удобство ухода; поэтому лица, которыя пожелали-бы заняться передѣлкою топливника, не обладая спеціальными познаніями, все-таки получатъ замѣтную выгоду; при этомъ, если топливникъ не снабжается особымъ приспособленіемъ для прочистки рѣшетки (чер. 7, 9 и 10), то послѣдняя должна быть врублена въ кирпичъ такъ, чтобы ее можно было легко вынуть черезъ топочную дверцу *).

Въ заключеніе товарищество считаетъ необходимымъ замѣтить, что оно здѣсь ограничилось пока указаніемъ на способъ топки и детали топливника, не касаясь оборотовъ, по слѣдующимъ причинамъ: 1) топливникъ легче передѣлать, чѣмъ обороты, и данный типъ, будучи примѣненъ къ обыкновеннымъ голландскимъ и круглымъ печамъ, даетъ достаточно высокое полезное дѣйствіе; 2) изслѣдованное и принятое товариществомъ расположеніе оборотовъ подчиняется болѣе сложнымъ условіямъ и требуетъ, при устройствѣ ихъ, нѣкоторой осторожности; 3) главная цѣль настоящей статьи—сообщить данныя, относящіяся до условій, оказывающихъ наибольшее вліяніе на экономическій способъ пользованія дровами.

Условія эти, какъ убѣдилось товарищество непосредственнымъ опытомъ на практикѣ, могутъ быть удовлетворены и оно вполнѣ сознательно, руководствуясь цифрами, а не одними только обоюдоострыми соображеніями, указываетъ какъ на раціональный способъ топки, такъ и на устройство приспособленнаго для этого топливника.

Товарищ. С. Лукашевичъ и Комп.

Современное состояние Новочеркаскаго водопровода и его улучшение.

Новочеркаскій водопроводъ, какъ извѣстно, одинъ изъ старѣйшихъ городскихъ водопроводовъ въ Россіи и, благодаря прекрасному описанію его, сыномъ строителя, профессоромъ Н. А. Бѣлелюбскимъ въ сочиненіи «Новочеркаскій водопроводъ и данныя для проектированія водоснабженій»,—очень популяренъ между техниками, почему мнѣ кажется, будетъ не безъинтересно знать результаты его дѣйствія за 20-ти-лѣтній періодъ времени и тѣ измѣненія, которыя были сдѣланы въ немъ въ 1886 и 1887 годахъ, для чего считаю необходимымъ прежде всего сообщить краткія свѣдѣнія о немъ, а желающимъ болѣе подробно познакомиться, рекомендую обратиться къ вышесказанному сочиненію.

Въ 1860 году было поручено инженеръ-штабсъ капитану А. В. Бѣлелюбскому произвести изысканія и составить проектъ водоснабженія г. Новочеркасска, что и было имъ блистательно исполнено; но только благодаря энергичному вмѣшательству бывшаго войсковаго наказнаго атамана, генерала Хомутова, производство работъ было отдано составителю проекта, а не иностраннымъ инженерамъ, о которыхъ такъ сильно хлопотали въ Петербургѣ, и вся постройка была произведена русскими подрядчиками, за исключеніемъ части чугунныхъ трубъ и машинъ, которыя заказывались въ Англіи. Постройка водопровода была окончена въ 1865 году. Новочеркасскій водопроводъ питается ключами Александровской станицы, изъ 5 источниковъ, находящихся въ 30 верстахъ отъ г. Новочеркаска; причемъ каждый ключъ имѣетъ свой резервуарчикъ, куда вода собирается кирпичными сборными канавками; изъ ключевыхъ резервуарчиковъ: Лекаревскаго, Мержановскаго, Мѣшковскаго и Роговскаго, вода чугунными водоводами собирается въ одинъ общій сбор-

---

*) Въ виду большаго удобства автоматической очистки рѣшетки, приспособленіе, показанное на чертежѣ 9, слѣдуетъ даже при малыхъ топливникахъ, примѣнять предпочтительно.

ный резервуаръ, откуда самотекомъ чугуннымъ водоводомъ, называемымъ Александровскимъ, діаметромъ 10″, приводится на разстояніи $4160^{3}/_{4}$ саж. на Большой Логъ въ запасный резервуаръ при машинномъ зданіи и туда-же приведена вода изъ 2-хъ источниковъ на Большомъ Логу: Ефремовскаго и Зміевскаго. Отсюда вода нагнетается двумя машинами Уатта въ напорный резервуаръ, находящійся на самой возвышенной мѣстности въ степи на 368,22 фута выше горизонта воды въ резервуарѣ машиннаго зданія на Большомъ Логу и при длинѣ водовода $4847^{2}/_{3}$ саж. и діаметрѣ трубъ 9″. Изъ напорнаго резервуара вода самотекомъ идетъ по чугуннымъ трубамъ діаметромъ 9″ и длиною 5.142 саж. въ запасный резервуаръ въ городѣ при разности горизонтовъ напорнаго и запаснаго резервуаровъ 50′,12 фут. Изъ запаснаго резервуара въ городѣ, вода разводится по городу самотекомъ, такъ какъ резервуаръ находится въ высшей точкѣ города. Изъ вышеприведеннаго краткаго свѣдѣнія о водопроводѣ видна замѣчательная дальновидность строителей, которые воспользовались ключевою водою, приводя ее за 30 верстъ въ городъ, не смотря на то, что въ то время были еще порядочныя рѣчки Аксай и Тузловъ, проходящія у города и, наконецъ, рѣка Донъ, протекающая въ 15—18 верстахъ отъ города. Въ этомъ отношеніи Новочеркаскій водопроводъ заслуживаетъ полнаго подражанія. Достоинства водопровода еще тѣмъ болѣе увеличиваются, если вспомнить, что проектъ его составлялся 25 лѣтъ тому назадъ, когда у насъ еще почти не было практики водопроводнаго дѣла. Переходя затѣмъ къ описанію современнаго состоянія, я долженъ замѣтить, что проектъ Новочеркаскаго водопровода расчитывался на 100000 ведеръ въ сутки, имѣя число жителей въ городѣ 20000 человѣкъ и считая по 5 ведеръ на человѣка; но въ продолженіе 20-ти лѣтъ число жителей удвоилось и уже воды по этой одной причинѣ стало недостаточно; но явились и другія причины, непредвидѣнныя. При выборѣ источниковъ воды не дѣлали точнаго анализа, но были основанія предполагать, что вода источниковъ заключаетъ въ себѣ значительную примѣсь углекислой извести, а потому вовсе не предполагался осадокъ въ металлическихъ трубахъ, но, къ сожалѣнію, на практикѣ это предположеніе не оправдалось и трубы сильно *засариваются осадками* на внутренней поверхности, и тѣмъ много препятствуютъ движенію воды по трубамъ. Постепенно въ городѣ чувствовался уже много лѣтъ недостатокъ воды и этотъ недостатокъ ежегодно сталъ увеличиваться, доходя до того, что въ 1883, 1884 и 1885 годахъ приходилось въ лѣтніе мѣсяцы значительно сокращать расходъ, а въ иные дни и совершенно прекращать разборъ воды, такъ какъ расходъ ея былъ больше, нежели притокъ. Такое состояніе водопровода обратило вниманіе администраціи Войска и тогда была сформирована въ іюлѣ 1884 года коммисія для подробнаго разслѣдованія водопровода во всѣхъ его частяхъ. Результатомъ дѣйствій коммисіи, появился актъ, въ которомъ констатировано, что современное состояніе водопровода неудовлетворительно и указаны существующіе недостатки водопровода. Послѣ чего мнѣ было поручено, на основаніи акта коммисіи, составить проектъ улучшенія водопровода. Со вступленіемъ въ должность завѣдывающаго водопроводомъ до дня засѣданія коммисіи *), я, познакомившись съ устройствомъ и состояніемъ Новочеркаскаго водопровода и его нуждами, составилъ свои соображенія объ улучшеніи его дѣйствія, которыя вполнѣ согласовались съ мнѣніемъ коммисіи, выраженнымъ въ ея актѣ. Прежде всего считаю необходимымъ остановиться на разсмотрѣніи Александровскаго водовода, который, какъ выше было сказано, ведетъ воду изъ ключей къ водоподъемнымъ машинамъ на Большомъ Логу. Александровскій водоводъ длиною 4160,61 пог. саж. и діаметромъ трубъ 10″ имѣетъ паденіе только 22,39 фут., слѣдовательно уклонъ будетъ всего $i = \frac{22,39}{29142,27} = 0,00076$. Расходъ воды въ 1 часъ по послѣднимъ измѣреніямъ равенъ 2830 ведеръ или 1230 куб. ф. $Q = \frac{1230}{3600} = 0,341$ куб. ф. въ 1 секунду. Слѣдовательно, скорость при площади трубы 78,5 кв. дюйм. или 0,545 кв. фут. будетъ $V = \frac{0,341}{0,545} = 0,625$ фута. Изъ этого видно, что уклонъ трубъ самый ничтожный и скорость въ трубахъ крайне мала. Очевидно, что при такой скорости всегда будутъ осадки, которые мало-по-малу уменьшаютъ сѣченіе трубъ, вслѣдствіе чего уменьшается и расходъ воды, что и подтвердила коммисія. По послѣднимъ моимъ измѣреніямъ 4-го и 6-го ноября 1884 г., на основаніи которыхъ выведена вышеозначенная скорость, оказалось, что источники, подающіе воду въ сборный бассейнъ, даютъ въ сутки:

1) Мержановскій	45683	ведра.
2) Лекаревскій.	18707	ведеръ.
3) Роговской.	10621	ведро.
4) Мѣшковскій	20821	»
Итого . . .	95842	ведра.

Вода эта, вслѣдствіе засоренія трубъ, не успѣваетъ проходить чрезъ водоводъ, а поэтому изъ соединительнаго бассейна, куда собираются всѣ вышепоименованные источники и откуда начинается Александровскій водоводъ, безпрерывно уходитъ въ двѣ холостыя трубы и по измѣреніямъ этой свободно вытекающей воды, оказалось 27947 ведеръ въ сутки (діаметръ водомѣрной доски $3^{3}/_{4}$″ напоръ $1^{2}/_{8}$″) слѣдовательно по водоводу проходитъ:

$$95842 - 27947 = 67901 \text{ ведро,}$$

что подтверждается и измѣреніемъ въ концѣ водовода.

При этомъ нельзя обойти молчаніемъ такого факта, что послѣ устройства Новочеркаскаго водопровода, по прошествіи двухъ лѣтъ, вода уже пошла въ холостыя трубы соединительнаго бассейна, но только съ тѣхъ поръ количество ея увеличивалось и дошло до цифры 27947 ведеръ. Фактъ этотъ еще болѣе краснорѣчиво подтверждаетъ предположеніе, что *водоводъ засоряется отъ водяныхъ осадковъ, происходящихъ вслѣдствіе недостатка напора*.

Для устраненія вліянія осадочнаго засоренія трубъ на движеніе воды и прекращеніе осадковъ въ будущемъ, мною проектировано установить при соединительномъ бассейнѣ паровой насосъ системы Вартингтона; но при утвержденіи проэкта Главное инженерное управленіе нашло болѣе удобнымъ замѣнить насосъ Вартингтона насосомъ двойнаго дѣйствія съ маховымъ колесомъ, чтобы по возможности устранить удары въ трубахъ. Установка пароваго насоса при соединительномъ бассейнѣ Александровскихъ ключей была вызвана предположеніемъ:

1) что насосъ дастъ возможность получать всю прибывающую воду въ бассейнъ съ помощью нагнетанія ея въ трубы и

2) устранить въ будущемъ возможность образованія въ трубахъ водяныхъ осадковъ, а также, можетъ быть, постепенно уничтожены и существующіе осадки. Вмѣсто установки насоса при соединительномъ бассейнѣ, можно было-бы очистить весь водоводъ, тѣмъ болѣе, что онъ дѣйствительно сильно засоренъ; но трубы Александровскаго водовода заложены довольно глубоко и во многихъ мѣстахъ прикрыты землею бывшими сдвигами горъ, чѣмъ еще увеличило глубину заложенія ихъ, при томъ грунтъ тутъ постоянно мокрый, вслѣдствіе подпочвенной воды, что значительно удорожаетъ земляныя работы. Въ 1882 году производилась очистка одного участка Александровскаго водовода и обошлась вслѣдствіе этихъ неудобныхъ мѣстныхъ условій 11 руб. погон. саж., а такъ какъ весь водоводъ имѣетъ 4160,61 пог. саж., то слѣдовательно, вся очистка будетъ стоить 45766 р. 71 к. Такая высокая стоимость очистки и заставила остановиться на паровомъ насосѣ, тѣмъ болѣе, что цѣль доставленія всего количества воды къ машинамъ достигается вполнѣ при весьма незначительной затратѣ (3000 р.), а также образованіе осадковъ при дѣйствіи насоса должно прекратиться, или, по крайней мѣрѣ, значительно уменьшиться. Если-же осадочное засореніе будетъ продолжаться, то необходимо будетъ произвести или очистку водовода, или, еще лучше, замѣну трубъ меньшимъ діаметромъ; но это вопросъ будущаго. Паровой насосъ ставится такимъ образомъ, какъ это видно изъ чертежа, чтобы вода изъ соединительнаго бассейна могла свободно проходить въ водоводъ и помимо его дѣйствія, такъ какъ можетъ случиться, что работа насоса не всегда нужна будетъ. Насосъ расчитанъ въ предположеніи накачивать воду въ количествѣ 100 т. ведеръ въ продолженіе 20-ти часовъ, такъ какъ современемъ можетъ быть или увеличится притокъ ключей или число ихъ, имѣя въ виду взять находящейся вблизи (150 саж.) прекрасной воды Николаевскій источникъ. Для расчета насоса имѣются нижеслѣдующія данныя.

Въ одинъ часъ расхода воды 5000 ведеръ въ секунду $Q = 0,016$ куб. метра. Діаметръ водовода $= 10'' = 0,25$ метра. Скѣдоватекьно:

$$D = \sqrt[5]{\frac{Q^2L}{\gamma H}}; \quad D^5 = \frac{Q^2L}{\gamma H}; \quad \gamma = 16^2 = 256$$

$$H = \frac{Q^2L}{D^5 256} = \frac{(0,016)^2 \cdot 8820}{256(0,25)^5} = 9 \text{ метрамъ.}$$

*) Коммисія была образована до моего назначенія.

Прибавимъ для скорости 1 метръ, получимъ потерю напора = 10 метрамъ = 32,97 фут.

Число паровыхъ лошадей, необходимыхъ для подъема въ 1 секунду 42,28 фунт. = 17,3 килограммамъ, выразится формулою:

$$N = \frac{gLH}{75} = \frac{1,5.17,3.10}{75.} = 3,46$$

Имѣя въ виду увеличенiе работы, вслѣдствiе засоренiя, примемъ машину силою въ 7 лошадей для запаса.

Задавшись размѣрами насоса.

D — дiаметръ водянаго поршня = 8″

L — ходъ поршня = 18″

n — число оборотовъ въ минуту = 40.

Насосъ двойнаго дѣйствiя въ одинъ махъ даетъ куб. дюймъ воды.

$\frac{\Pi D^2}{4}$. 2,2 = 50,26. 36 = 1809 кубич. дюйм., уменьшая на 20% на потерю получимъ:

1809. 0,80 = 1448 куб. дюйм. = 1,92 ведра,
въ 1 минуту 1,92 × 60 = 115,20 ведеръ,
въ 1 часъ—115,20 × 60 = 6922.

Для опредѣленiя размѣровъ пароваго поршня имѣемъ, что:

N = 7.
n = 40 (число оборотовъ),
f = 0,1 атмосферы (безопасное сопротивленiе мятаго пара),
б = 0,14 (вредное пространство въ цилиндрѣ),
P_0 = 0,8 P = 3,20 атмосферы,
F = площадь пароваго поршня въ метрахъ,
P = давленiе въ котлѣ примѣрно 4 атмосф.,
p_1 = 1 атмосфера, такъ какъ машина безъ охлажденiя,
C = скорость въ метрахъ = n. l = 0,6 метра,
E = степень расширенiя пара, въ данномъ случаѣ = 1,
E′ = 0,05 (предное пространство),

Площадь F пароваго поршня опредѣляется формулою:

$$F = \frac{75.\ N\ (1+б)}{c\ (\ \alpha\ p_0 - f - \beta p_0\ )}$$

$$\alpha = E + \frac{E+E'}{\mu - 1}\left[1 - \left(\frac{E+E'}{1+E'}\right)^{\mu - 1}\right]$$

Подставивъ численнныя данныя въ эту формулу, въ нашемъ случаѣ получимъ $\alpha = 1$, а потому

$$F = \frac{75.1,14}{0,60(3,2-0,1-1)} = \frac{75.7.1,14}{0,60(3,2-1,1)} =$$

$$= \frac{75.7.1,14}{0,6.2,1} = \frac{648,50}{13019,58}$$

или

$$F = 0,045 \text{ кв. метр.},$$

такъ какъ 1 атмосфера = 10333 килогр. на 1 метръ

$$D = 0,24 \text{ метр.} = 9\tfrac{1}{2} \text{ дюйм.}$$

Котелъ поставленъ на 12 силъ, цилиндрическiй, съ одною прогарною трубою.

Переходя затѣмъ къ разсмотрѣнiю притока воды къ машинамъ, замѣчаемъ неправильное состоянiе сбора и расхода воды на Большомъ Логу. Дѣло въ томъ, что къ запасному резервуару машиннаго зданiя на Большомъ Логу, какъ выше было сказано, кромѣ ключей Александровскихъ, подается еще вода изъ ключей Ефремовскаго и Змiевскаго. Ключи: Александровскiй, Ефремовскiй и Змiевскiй даютъ въ запасный резервуаръ каждый часъ 4273 ведра. Резервуаръ-же, имѣя размѣры 21 × 56 × 5 футъ, т. е. на 13525 ведеръ, что соотвѣтствуетъ 3-хъ часовой остановкѣ машинъ. Между тѣмъ, число рабочихъ часовъ машинъ не одинаково и среднее $15\frac{1}{2}$ часовъ, слѣдовательно, подходящая ключевая вода къ машинному резервуару во время остановки машинъ, наполнивъ резервуаръ въ продолженiи 3-хъ часовъ, вытекаетъ свободно въ холостыя трубы въ продолженiе, въ среднемъ, ежедневно $5\frac{1}{2}$ часовъ, что составитъ 23501,50 ведеръ. Потеря эта была особенно чувствительна еще тѣмъ болѣе, что число оборотовъ машины сокращено до 20 въ 1 минуту, такъ какъ съ увеличенiемъ оборотовъ вода въ резервуарѣ быстро выкачивалась и приходилось работать съ перерывами, ожидая новаго наполненiя резервуара (машина при этомъ совершенно не останавливалась, а только работала на 15—18 оборотовъ). Кромѣ потери воды, вслѣдствiе недостаточности емкости резервуара на Большомъ Логу, вода еще тратится на охлажденiе пара водоподъемныхъ машинъ, въ количествѣ 1200 ведеръ въ 1 часъ, что при 20-ти-часовой работѣ составитъ 24000 ведра. Для устраненiя потери воды на Большомъ Логу, проектировано построить новый запасный резервуаръ того же типа, какъ и существующiй, но только большихъ размѣровъ, а именно: длиною 10 саж., шириною 3,5 саж. в глубиною 5 футъ, что составитъ запаса воды на 4,62 часа по остановкѣ машины, что совмѣстно съ существующимъ большимъ и маленькимъ резервуарчикомъ при насосахъ и съ водою, имѣющеюся въ соединительныхъ трубахъ, составитъ запасъ, равный среднему перерыву на 8,5 часовъ. Новый резервуаръ проектировалось поставить рядомъ съ существующимъ, сообщивъ его съ нимъ посредствомъ двухъ соединительныхъ трубъ, что дастъ возможность вести постройку совершенно не останавливая городскаго водоснабженiя, если не считать пробивку стѣнъ стараго резервуара для установки соединительныхъ трубъ, что, впрочемъ, сдѣлали ночью въ продолженiе 3 часовъ.

Такимъ образомъ съ устройствомъ новаго запаснаго резервуара на Б. Логу, не будетъ теряться ни одной капли воды, приходящей къ резервуарамъ машиннаго зданiя, чѣмъ и будетъ утилизироваться та вода, которая идетъ на охлажденiе пара. Относительно потери воды на охлажденiе пара ниже будутъ приведены предположенiя, которыя будутъ осуществлены въ недалекомъ будущемъ.

Слѣдующiй фактъ неудовлетворительности состоянiя водопровода есть недостаточность емкости напорнаго резервуара, что при засоренiи водовода отъ напорнаго до города представляетъ большое неудобство для правильнаго дѣйствiя водопроводныхъ машинъ. Напорный резервуаръ, находящiйся въ степи и на разстоянiи отъ машинъ 4847 саж., имѣетъ точно такiе же размѣры, какъ запасный резервуаръ при машинахъ, т. е. 21 × 56 × 4′,10″ футъ. Въ данное время, вслѣдствiе засоренiя трубъ отъ напорнаго до города, прибывающая вода въ напорный резервуаръ не успѣваетъ помѣщаться въ водоводѣ и, подымая горизонтъ въ немъ, выходитъ изъ резервуара въ холостыя трубы. Кромѣ того, вслѣдствiе малаго объема его, во время недостатка воды при большихъ разборахъ приходится для наполненiя запаснаго резервуара въ городѣ, по остановкѣ машинъ, забирать всю воду изъ напорнаго, и при этомъ часто бываетъ охолащиванiе водопроводныхъ трубъ.

Для устраненiя потери воды изъ напорнаго резервуара проектировано построить того же типа и тѣхъ же размѣровъ новый резервуаръ, который предполагали поставить рядомъ, соединивъ его съ существующимъ посредствомъ двухъ чугунныхъ трубъ. Съ устройствомъ новаго напорнаго резервуара, кромѣ устраненiя вышеприведенной потери, городъ болѣе обезпечивается водою, въ случаѣ повражденiя напорныхъ трубъ, что случается ежегодно раза два или три, вслѣдствiе большцаго давленiя (15 атмосферъ) и большой длины трубъ (4847 саж.). Кстати, замѣчу здѣсь, что трубы лопались всегда осенью и весною (разъ только лѣтомъ) и притомъ исключительно на раструбѣ, гдѣ стыкъ соединенъ на чугунной замазкѣ. Надо сказать, что стыки новочеркаскаго водопровода поставлены два на замазкѣ и третiй на свинцѣ, и въ продолженiе 22-лѣтняго существованiя ни разу свинцовый стыкъ не лопался.

Увеличить напорный резервуаръ необходимо было даже просто въ смыслѣ увеличенiя запаса воды, а слѣдовательно можно бы было увеличить вмѣсто него, запасный въ городѣ, что и предполагали нѣкоторые члены коммисiи, но тогда не устранились бы случаи охолащиванiя трубъ, а также и потеря воды изъ напорнаго резервуара. Кромѣ этого, для увеличенiя городскаго резервуара, пришлось бы стѣснять улицу, и безъ того не широкую. Оба резервуара, какъ запасный при машинахъ на Б. Логу, такъ и напорный, проектировались, какъ было сказано, совершенно такого же типа, но только въ конструкцiи его замѣнено бетонное дно кирпичнымъ, въ елку и гидравлическiй растворъ изъ пуцеланы, извести и цемянки, употребленный строителемъ водопровода, замѣненъ цементнымъ, для стѣнъ изъ 2-хъ частей песку и одной цемента, а для внутренней штукатурки одной части песку и одной цемента, такъ какъ не было нужды затрачиваться на бетонъ, если резервуаръ выкопанъ въ грунтѣ плотнослежавшейся глины, а что же касается раствора, то, конечно, всѣ преимущества въ данномъ случаѣ на сторонѣ цементнаго раствора, тѣмъ болѣе, что цементъ въ Новочеркаскѣ не дорогъ. Въ 1867 году произошелъ сдвигъ горы на Александровскихъ ключахъ, причемъ Мѣшковскiй ключъ сталъ давать вмѣсто 10 т. ведеръ въ сутки 22 т. ведеръ, а трубы, соединяющiя Мѣшковскiй ключъ со сборнымъ бассейномъ остались того же дiаметра 3″, а потому при Мѣшковскомъ колодцѣ терялось до 4 т. ведеръ, вслѣдствiе этого предположено замѣнить эти трубы другими большаго дiаметра.

Съ устройствомъ новочеркаскаго водопровода, кромѣ сторожей по линіи водопровода, находились на службѣ еще два конные казака, на обязанности которыхъ лежала передача рапортичекъ механика водопровода завѣдующему водопроводомъ о состояніи водоподъемныхъ машинъ и проч.; эти же казаки передавали распоряженія завѣдующаго водопроводомъ объ увеличеніи или уменьшеніи числа рабочихъ часовъ машинъ. Конные казаки вообще служили средствомъ сообщенія между механикомъ и завѣдующимъ водопроводомъ, получая вдвоемъ 400 рублей въ годъ жалованья. Имѣя въ виду неудобство такого сообщенія съ механикомъ, находящемся на разстояніи $22^1/_2$ верстъ отъ города, я проектировалъ построить телефонъ, между квартирою завѣдующаго водопроводомъ, въ г. Новочеркаскѣ, напорнымъ резервуаромъ, механикомъ водопровода и Александровскими ключами, всего $33^1/_2$ вер. разстоянія. Столбы телефона предполагалось поставить на линіи водопровода, чѣмъ достигалось указаніе въ степи линіи водопровода, что особенно важно зимою. Весь проектъ улучшенія водопровода былъ утвержденъ безъ измѣненія въ Главномъ инженерномъ управленіи, за исключеніемъ системы пароваго насоса, и разрѣшенъ потребный кредитъ въ суммѣ 24865 р. Весною 1886 г., были произведены торги на вышеозначенныя работы и въ то же лѣто проектъ приведенъ въ исполненіе, кромѣ установки пароваго насоса на ключахъ. Во время производства работъ явились нѣкоторыя сверхсмѣтныя работы, которыя было необходимо покрыть, не выходя изъ разрѣшеннаго кредита, а потому, отыскивая всевозможныя сокращенія въ работахъ, мнѣ пришла мысль, вмѣсто постройки новаго напорнаго резервуара надстроить существующій, для чего нужно разобрать сводъ, поднять стѣны и свести новый сводъ, что, кромѣ значительной экономіи стоимости, должно повести къ увеличенію напора въ трубахъ, а слѣдовательно увеличенію скорости и уменьшенію шанса засоренія.

Эта мысль была провѣрена коммисіею изъ мѣстныхъ техниковъ и, бывши одобренною, приведена въ исполненіе. Надстройка эта еще больше увеличила запасъ воды, нежели постройка новаго резервуара, слѣдовательно во всѣхъ отношеніяхъ выгоднѣе и цѣлесообразнѣе перваго предположенія.

Въ настоящее время, по прошествіи года съ окончанія возведенія новыхъ построекъ въ новочеркаскомъ водопроводѣ, можно было вполнѣ убѣдиться въ полезномъ дѣйствіи ихъ и оправданіи всѣхъ вышеизложенныхъ предположеній, такъ какъ городъ въ продолженіе этого лѣта не ощущалъ недостатка въ водѣ; хотя во время Высочайшаго пребыванія въ Новочеркаскѣ 5, 6 и 7 мая, населеніе города значительно увеличилось, при громадномъ потребленіи воды на поливку улицъ и садовъ при весьма жаркой погодѣ, между тѣмъ всѣ пункты разбора были открыты для публики. Устройство резервуаровъ дало возможность уменьшить число часовъ работы машинъ, увеличивъ число оборотовъ, такъ какъ съ накопленіемъ воды въ напорномъ резервуарѣ, она все-жъ-таки не уходитъ за излишествомъ, а остается запасъ, который и берется, если нужно, по остановкѣ машинъ въ городъ. На Б. Логу тоже вода не теряется, а собирается во время остановки машинъ, что и дало возможность увеличить число оборотовъ, не рискуя выкачать машинный резервуаръ, и не опасаясь, что въ напорномъ пойдетъ вода въ холостыя трубы; вслѣдствіе прекраснаго дѣйствія новыхъ резервуаровъ, паровой насосъ на ключахъ будетъ дѣйствовать и помогать только при сильномъ разборѣ въ самые жаркіе дни.

Телефонъ построенъ системы Эриксона съ постановкою аппаратовъ съ микрофонами въ квартирѣ завѣдующаго водопроводомъ, механика, смотрителя напорнаго резервуара и машиниста на ключахъ, тоже оказываетъ большія услуги, давая полную возможность регулировать горизонтъ напорнаго резервуара съ расходомъ воды въ городѣ и работою машинъ и вообще съ устройствомъ телефона завѣдующій водопроводомъ, находясь въ Новочеркаскѣ, дѣлаетъ ежедневныя распоряженія по дѣйствію водопровода и машинъ на разстояніи 33 верстъ. Устройство телефона обошлось 2800 рублей, а между тѣмъ, прежде, два казака получали 400 р., что составляетъ 14,32% на затраченный капиталъ, не говоря уже о тѣхъ сбереженіяхъ, которыя дѣлаются въ топливѣ и смазочныхъ веществахъ машинъ.

Въ настоящее время, съ устройствомъ улучшенія его, водопроводъ находится въ довольно хорошемъ состояніи и имѣетъ только одну слабую сторону—*это водоводъ отъ напорнаго резервуара до города*, который придется необходимо очистить съ увеличеніемъ расхода воды въ Новочеркаскѣ, такъ какъ теперь, при обыкновенной работѣ машинъ, въ напорный накачивается въ 1 часъ 4000 ведеръ, а изъ напорнаго вытекаетъ въ городъ только 3600 ведеръ; вотъ этотъ-то излишекъ воды и подымаетъ горизонтъ напорнаго резервуара, составляя запасъ воды въ немъ, и ясно говоритъ о засореніи водовода. Въ виду того, что въ данный моментъ еще не ощущается неотлагательной потребности въ очисткѣ этого водовода, вопросъ о немъ пока не подымается, а разъ только водоводъ будетъ чистъ отъ всякаго препятствія и вся вода будетъ свободно проходить, какъ это было въ началѣ дѣйствія новочеркаскаго водопровода, то можно будетъ еще увеличить и количество доставляемой воды, взявъ новый Николаевскій источникъ, находящійся въ 50 саж. отъ Моржановскаго и имѣющій 10 т. ведеръ въ сутки прекрасной чистой воды. Николаевскій источникъ можно безъ особыхъ затрудненій заключить въ систему водопровода. Кромѣ введенія этого источника, можно будетъ передѣлать машины низкаго давленія на высокое, безъ охлажденія пара, и тогда тоже получится увеличеніе количества воды на 24 т. ведеръ всего, слѣдовательно можно увеличить способность водопровода на 34 т. ведеръ. Возможность передѣлки машины подтверждается нижеслѣдующими соображеніями. Расходъ пара въ 1 часъ въ килограммахъ въ то время, когда машина работаетъ съ охлажденіемъ и при абсолютномъ давленіи пара въ $2\frac{1}{2}$ атмосферы (манометръ показываетъ $22\frac{1}{2}$ фунта), діаметръ цилиндра 28″ или 711 мм., ходъ 42″ или 1,0668 метра, число оборотовъ въ 1 минуту 20, отсѣчка пара на $^1/_6$ хода поршня, получаемъ:

$$\frac{0{,}397 \times 1{,}0668 \,.\, 2 \,.\, 20 \,.\, 60 \,.\, 1{,}4345}{6.} = 326{,}5 \text{ килограм.}$$

Прибавляя на вредныя пространства и потерю напора черезъ сальники и пр., 30% получаемъ полный расходъ пара 326,5+97,95= =424,45 килограммъ maximum. Для опредѣленія расхода угля знаемъ, что 1 килограммъ угля, при полезномъ дѣйствіи топки 0,6, даетъ 6 килограммъ пара, то полный расходъ угля въ 1 часъ будетъ $\frac{424{,}45}{6} = 70{,}75$ килограммъ = около 4,32 пуда. Работа машины (по Марену) опредѣлится, назвавъ N— число силъ, n— поправочный коэффиціентъ=0,50. A—площадь поршня въ кв. дюйм.= =615,75 кв. дюйм., a—коэффиціентъ, зависящій отъ отсѣчки пара = 0,465, p—абсолютное давленіе пара на кв. дюймъ площади поршня = $2\frac{1}{2}$ атмосферы = 40 ф. V— давленіе на кв. дюймъ площади поршня со стороны противоположной движенію = 3 фунта. V'— скорость поршня въ минуту въ футахъ = 140. Паровая сила, выраженная въ 1 минуту въ фунто-футахъ

$$N = \frac{n.\,A.\,(dp - V)\,V'}{3600} = \frac{0{,}50 \,.\, 615{,}75\ (0{,}465 \,.\, 40 - 3)\ 140}{3600} = 18{,}7 \text{ силъ.}$$

И такъ мы имѣемъ при работѣ машины съ охлажденіемъ слѣдующія данныя: число силъ $N = 18{,}7$, расходъ пара въ часъ 424,45 килограммъ, расходъ угля въ 1 часъ 4,32 пуда. Теперь посмотримъ, что получимъ, если превратимъ машину съ охлажденіемъ въ машину безъ охлажденія.

1) Какое давленіе нужно держать въ котлахъ, чтобы машина дала 18,7 силъ?

2) Сколько она будетъ при этомъ расходовать пару въ часъ?

3) Сколько угля?

Давленіе нужно держать слѣдующее: оставляя отсѣчку ту же, т. е. $^1/_6$, у насъ измѣнится V, т. е. давленіе на площадь поршня, противоположную ходу его, оно будетъ не 3 фунта, а 18 фунтовъ; а потому

$$dp - V = dp' - V$$

или

$$0{,}465\,p - 3 = 0{,}465\,p' - 18$$

или

$$0{,}465 \,.\, 40 - 3 = 0{,}465\,p' - 18$$

или

$$p' = \frac{0{,}465 \,.\, 40 - 3 - 18}{0{,}465} = 7{,}23 \text{ фунта}$$

абсолютныхъ, т. е. вмѣстѣ съ атмосферными, такъ что манометръ будетъ показывать почти 52,3 фунт., но мы будемъ держать 60 футовъ и расходъ пара будемъ считать на это давленіе *).

Расходъ пара будетъ:

$$\frac{0{,}397 \times 1{,}0668 \times 2 \,.\, 20 \,.\, 60 \,.\, 2 \,.\, 75}{6.} = 436{,}7 \text{ килограммъ.}$$

*) Котлы новочеркаскаго водопровода имѣютъ толщину стѣнокъ ½″ при діаметрѣ 5′ и при установкѣ въ 1886 г. испытаны на 8 атмосферъ = 120 фунтамъ.

Прибавляя еще 30% на вредныя пространства и потери, получимъ maximum расхода пара 436,7 + 131 = 567,7 килограммъ.

Расходъ угля будетъ, принимая полезныя дѣйствія топки 0,6 и что 1 килограммъ угля даетъ 6 фунтовъ пару, получимъ $\frac{567,7}{6} =$ $= 94,6$ килограммъ $= 5,91$ пуда. И такъ, машина съ охлажденіемъ расходуетъ угля въ 1 часъ 4,3 пуда, безъ охлажденія будетъ расходовать въ часъ 5,91 пуда, разница 5,91 — 4,3 = 1,61 пуда, допустимъ 1,75 пуда; если переведемъ это на деньги, то получимъ, послѣ передѣлки, перерасходъ (считая уголь 1 пудъ 10 к.) 17,5 к. въ 1 часъ, а въ 20 часовъ всего 3 руб. 50 к. Передѣлка должна быть устроена такимъ образомъ, чтобы въ зимніе мѣсяцы можно было бы работать съ охлажденіемъ пара, такъ какъ имѣется убытокъ воды, а слѣдовательно не зачѣмъ затрачиваться на расходъ угля. Стоимость передѣлки машинъ выразится въ 300 р. каждой. Слѣдовало бы также опустить концы всасывающихъ трубъ насосовъ до самаго дна, гдѣ сдѣлать для нихъ маленькіе колодцы, такъ какъ теперь всасывающія трубы не доходятъ на 1½ фут. до дна, слѣдовательно 1 фут. не добирается, что составитъ 7130 ведеръ *). А потому съ опущеніемъ концовъ трубъ (храпковъ нѣтъ, такъ какъ высота всасыванія не большая) и устройствомъ противъ нихъ, въ днѣ, колодцевъ не было бы опасности захвата воздуха, а между тѣмъ резервуары увеличились бы на 7130 ведеръ. Впрочемъ, опущеніе всасывающихъ трубъ можетъ быть будетъ произведено въ настоящую осень.

Заканчивая статью современнаго состоянія водопровода, замѣчу, что паровые котлы, поставленные съ начала дѣйствія водопровода, замѣнены новыми въ 1886 году, прослуживши 21 годъ въ постоянной работѣ, благодаря только прекрасному управленію ими и надсмотру механика новочеркаскаго водопровода инженеръ-технолога Л. Ф. Щетинина въ теченіе всей службы котловъ. Водоподъемныя машины тоже находятся до сихъ поръ въ весьма хорошемъ состояніи. Что же касается городской сѣти, то она новыми магистралями не увеличилось. Количество домоваго водоснабженія значительно прибавилось, хотя тоже идетъ впередъ не особенно быстро. Водоснабженіе Донскаго кадетскаго корпуса построено совершенно самостоятельно изъ Иловайскаго источника, упоминаемаго въ сочиненіи Бѣлелюбскаго.

Въ настоящее время, кромѣ Новочеркаска, въ Войскѣ Донскомъ начались строиться водоснабженія станицъ. Въ прошломъ году было окончено водоснабженіе станицы Каменской. Теперь предполагаются къ постройкѣ водоснабженія станицы Константиновской и Усть-Медвѣдицы.

Гражданскій инженеръ Зуевъ.

Статическое опредѣленіе напряженій фермы въ пространствѣ при односторонней нагрузкѣ.

(Окончаніе.)

Вытягиваніе и сжатіе, возбуждаемыя въ нижнемъ и верхнемъ кольцахъ временной нагрузкой при наибольшей нагрузкѣ, будутъ $= \frac{+ S}{2 . \sin 7,5^0} = + 3,83$ S, тогда какъ по таблицѣ VI — менѣе, а именно — въ нижнемъ кольцѣ + 2,79 S, а въ верхнемъ — 3,48. Однако величина + 3,83 должна быть оставлена, какъ имѣющая значеніе для равномѣрной наибольшей нагрузки.

Горизонтальная составляющая наибольшаго усилія въ діагонали нижнихъ четыреугольниковъ по Шведлеру $= N = \frac{S}{2} . \frac{6,065}{4,50} = 0,674$ S, въ прочихъ поляхъ — меньше; по таблицѣ VI — для полей 6 и 7 между 1-мъ и 2-мъ кольцами $= + 0,81$ S, т. е. больше.

При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что вычисленіе напряженій въ обоихъ этихъ случаяхъ основано на разномъ расположеніи односторонней нагрузки, такъ какъ при разсчетѣ по Шведлеру половина купола предполагается совершенно разгруженною. Поэтому и промежуточныя кольца въ разсчетѣ Шведлера оказываются значительно болѣе напряженными. Слѣдующія, значительныя напряженія можемъ сравнить съ выведенными нами, принимая на 1 кв. м. плана 100 килогр. временной и 70 киллогр. постоянной нагрузки, причемъ пусть φ будетъ отношеніе горизонтальной проекціи силы къ ея дѣйствительной величинѣ. А именно, въ стропильныхъ ногахъ по Шведлеру

$$\varphi . \frac{S . 170}{100} = \varphi . 1,70 \text{ S};$$

по нашему-же вычисленію φ S $\left(1,30 + \frac{70}{100}\right) = \varphi . 200 .$ S, т. е. на 15 проц. больше, въ нижнемъ кольцѣ по Шведлеру:

$$3,83 . \text{ S} . \frac{170}{100} = 6,51 \text{ S}, \text{ а по нашему разсчету}$$

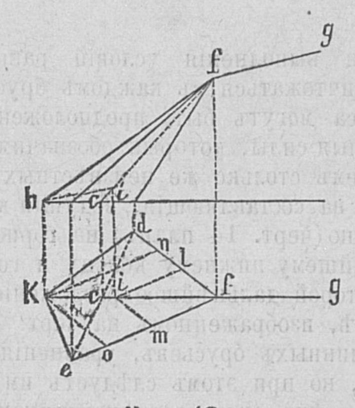
$2,79$ S $+ \frac{3,83 \text{ S} . 70}{100} = 5,47$ S, т. е. на 12 проц. менѣе. Однако и здѣсь слѣдуетъ сохранить величину 6,51 S — для равномѣрной наибольшей нагрузки; далѣе, по Шведлеру, въ верхнемъ кольцѣ—

6,51 S, по нашему разсчету: $3,48$ S $+ \frac{3,83 \text{ S} . 70}{100} = 6,16$ S, т. е. на 6% менѣе, что можетъ быть объяснено отсутствіемъ въ конструкціи Шведлера вершинныхъ брусьевъ.

Слѣдовательно, не смотря на первоначальную большую величину составляющихъ по способу Шведлера, результаты его все-таки не особенно отличаются отъ нашихъ. Въ вышеприведенномъ примѣрѣ мы разсматривали купольную систему съ правильнымъ многоугольникомъ въ видѣ основанія; если-же послѣднее имѣетъ видъ многоугольника неправильнаго, то ходъ разсчета остается въ сущности тотъ-же самый, съ слѣдующими однако уклоненіями:

1) составляющія вершинныхъ силъ или, вообще, какого-либо груза расположатся не симметрично относительно ноги, несущей грузъ; между тѣмъ, какъ мы имѣли равныя составляющія bC_n, cC_n и dC_n вершинной силы C_n по обѣ стороны стропильной ноги, при неправильномъ планѣ возникнутъ составляющія bC_n и b_1C_n, cC_n и c_1C_n и наконецъ $d\,C_n$ и d_1C_n, гдѣ b и b_1, c и c_1 и d, d_1 будутъ имѣть различныя значенія.

Способъ разложенія силъ, уже показанный на черт. 8, будетъ ясенъ изъ черт. 13, гдѣ діагонали fd и fe образуютъ со стропильной ногой разные углы. Тогда надо принять линію fc разрѣза между плоскостью стропильной ноги и плоскостью діагоналей. Прямая линія между узлами d и e пересѣкаетъ плоскость ноги въ c; проектируя эту точку на разрѣзъ, имѣемъ прямую fc въ плоскости ноги; проводя здѣсь-же hi параллельно fg, получимъ треугольникъ hif, стороны котораго выразятъ отношенія силъ при разложеніи fg на составляющія по направленіямъ fk и fi. Проектируя i на планъ и проводя параллельно діагоналямъ прямыя il и im, kn и ko, получимъ въ сторонахъ треугольниковъ knf и kof отношенія для составляющихъ въ діагоналяхъ. При неправильномъ планѣ недостаточно ограничиться изображеніемъ одного поля съ размѣрами въ планѣ; такихъ изображеній должно быть столько, сколько различныхъ полей, съ обозначеніями вспомогательныхъ линій kn и ko.



Чер. 13.

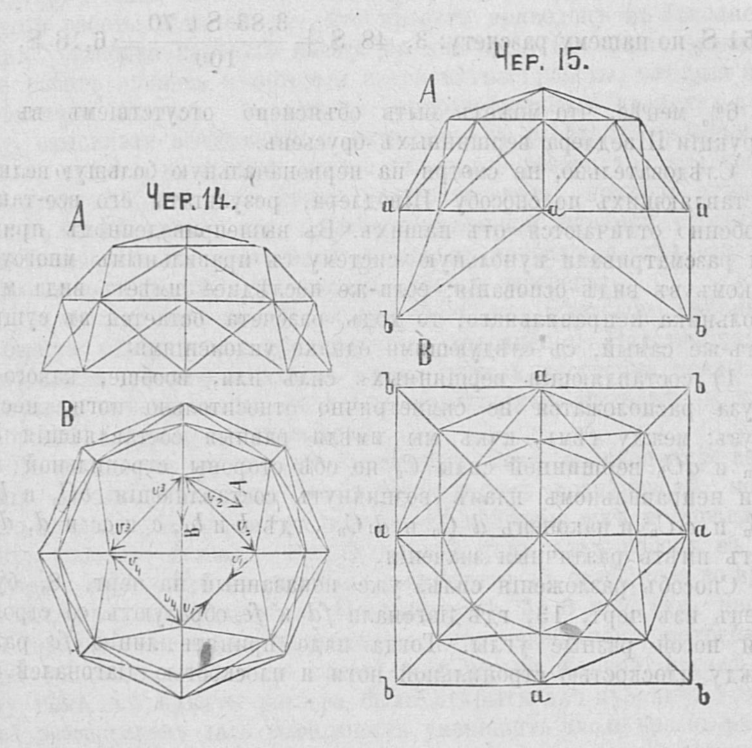
Тотъ случай, когда брусья одной и той же ноги не лежатъ въ одной плоскости, будетъ нами разсмотрѣнъ дальше, при разборѣ такихъ системъ, гдѣ число узловъ различно для разныхъ колецъ.

*) Резервуарчикъ при насосахъ, который соединенъ трубами съ большимъ резервуаромъ, расположенъ на ½ фут. ниже большаго.

2. Не всѣ, развиваемыя въ опорахъ силы G будутъ между собой одинаковы, но можно лишь поставить условіемъ (что и удовлетворяется при правильности плана равенствомъ упомянутыхъ силъ), чтобы онѣ находились въ равновѣсіи, т. е. чтобы по концамъ каждаго бруса были приложены равныя и взаимно противуположныя силы.

Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію тѣхъ системъ, гдѣ число брусьевъ (стропилъ) при вершинѣ не равно числу опоръ. При этомъ первое число можетъ быть или меньше второго (черт. 14), или больше (черт. 15). Въ обоихъ случаяхъ предполагаются двойныя діагонали на вытягиваніе.

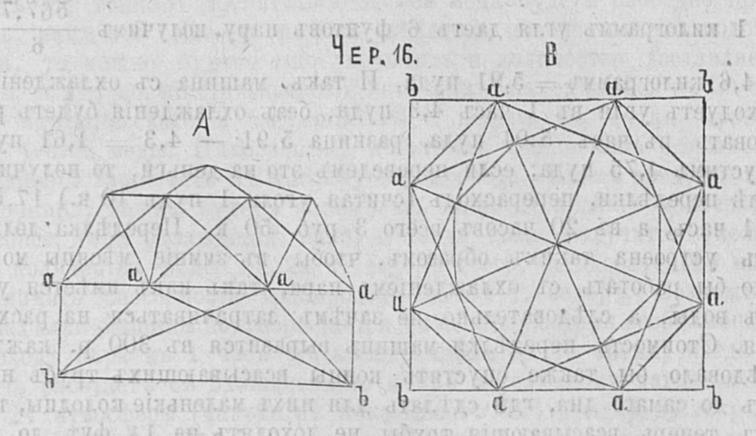
Въ первомъ случаѣ, кромѣ усилій въ вершинныхъ брусьяхъ, разлагаемыхъ какъ и прежде, слѣдуетъ еще принять за неизвѣстныя усилія въ брусьяхъ кольца, лежащаго на переходѣ отъ меньшаго числа узловъ къ большему, такъ какъ даже принявъ для разсчета двойныя жесткія діагонали, мы видимъ изъ положенія Фёппля, что эти кольцевыя брусья необходимы для статической опредѣлимости, а слѣдовательно они должны подвергаться и нѣкоторымъ, заранѣе намъ неизвѣстнымъ, усиліямъ.



Такъ какъ для выполненія условій равновѣсія усилія эти должны взаимно уничтожаться въ каждомъ брусѣ, то слѣд. въ концахъ каждаго бруса могутъ быть предположены двѣ равныя, взаимно противуположныя силы, которыя обозначимъ черезъ V, и слѣдовательно мы имѣемъ столько же неизвѣстныхъ, сколько брусьевъ; силы V разлагаемъ на составляющія, ведущія кратчайшимъ путемъ къ опорамъ, а именно (черт. 14 планъ) на горизонтальную силу A, паралелльную ближайшему нижнему кольцу и горизонтальную радіальную силу B, которой дальнѣйшее разложеніе видно изъ предыдущаго. Въ случаѣ, изображенномъ на черт. 15, гдѣ число опоръ меньше числа вершинныхъ брусьевъ, уравненія составляются какъ и въ предыдущемъ, но при этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, чтобы равнодѣйствующая всѣхъ силъ, встрѣчающихся въ точкѣ a, находилась бы въ плоскости abc, т. е. вообще въ плоскостяхъ нижнихъ треугольниковъ, въ томъ случаѣ если должно существовать равновѣсіе, т. е. сумма проекцій всѣхъ этихъ силъ на ось, перпендикулярную къ упомянутой плоскости, должна быть равна нулю. Напр. на черт. 15 это условіе осуществится, когда сумма всѣхъ горизонтальныхъ радіальныхъ составляющихъ силъ въ a равна нулю, причемъ опять образуется необходимое число уравненій.

Для случая, представленною на черт. 16 съ четырьмя опорами $b\,b\,b\,b$ для равновѣсія достаточно. чтобы во всѣхъ точкахъ a равнодѣйствующія лежали бы въ плоскостяхъ $aabb$, въ данномъ случаѣ вертикальныхъ (хотя могущихъ быть и наклонными). Между точками $aabb$ тогда можно представить себѣ произвольную плоскую систему или ферму, передающую вертикальную нагрузку точекъ a опорамъ b.

Полагая въ трапеціяхъ $aabb$, какъ и во всѣхъ прочихъ, лишь по одной діагонали, встрѣчаемся опять съ положеніемъ Фёппля — опять число уравненій равно числу неизвѣстныхъ — съ тѣмъ, указаннымъ выше, отступленіемъ для горизонтальной нагрузки, что въ случаѣ ея, число уравненій дѣлается тремя болѣе числа неизвѣстныхъ.

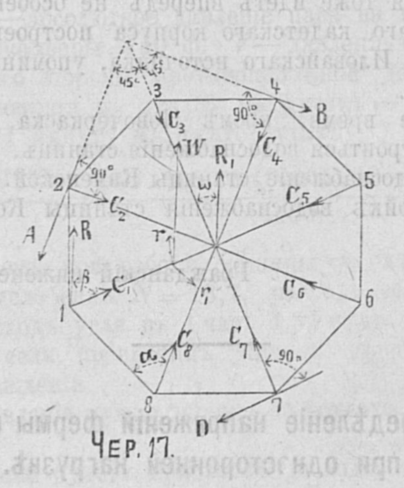


Руководясь всѣми указанными соображеніями, можно изслѣдовать самыя сложныя системы.

V. Приложеніе новой теоріи къ изслѣдованію горизонтальной нагрузки пирамидальной крыши съ вершиной и съ опорами, движущимися въ одной плоскости.

Общій ходъ — тотъ же, что и подъ IVb.

Для примѣра возьмемъ пирамиду съ основаніемъ въ видѣ правильнаго восьми-угольника (черт. 17), съ произвольнымъ числомъ колецъ, необозначенныхъ на рисункѣ, имѣющую по двѣ вытягиваемыхъ или по одной жесткой діагонали въ каждой трапеціи. Пусть въ какомъ либо узлѣ приложена произвольно направленная внѣшняя горизонтальная сила W.



По вышесказанному, сила эта разложится на вершинную составляющую и на составляющія, ведущія къ ближайшимъ опорамъ. Для этого разлагаемъ W на двѣ кольцевыхъ составляющихъ r и r_1 и передаемъ ихъ уже извѣстнымъ намъ образомъ, посредствомъ плоскихъ фермъ, вершинѣ и опорѣ 1, причемъ получаемыя усилія R и R_1 одинаковы по величинѣ и направленію съ давленіемъ въ опорахъ, производимымъ нагрузкою балки силой W. Пусть R_1 — составляющая въ вершинѣ, R — въ опорѣ. Далѣе, вершинная сила R_1 должна выражаться въ видѣ другихъ, еще неизвѣстныхъ намъ усилій въ вершинныхъ брусьяхъ, передаваемыхъ кратчайшимъ путемъ опорамъ и уравновѣшивающихся тамъ съ прочими силами.

Какъ объяснено въ III, при горизонтальной нагрузкѣ, кромѣ вертикальныхъ силъ въ опорахъ, для равновѣсія необходимы еще три силы — именно для уничтоженія возможности движенія всѣй фермы въ плоскости опоръ, хотя бы и безъ измѣненія формы самой конструкціи, такъ какъ опоры, по предположенію, могутъ перемѣщаться въ одной плоскости; эти силы могутъ существовать въ видѣ радіальныхъ направляющихъ въ какихъ либо трехъ опорныхъ точкахъ и величина ихъ, какъ показано на стр. 8 , можетъ быть непосредственно выведена изъ W. Пусть на черт. 17 онѣ находятся въ опорахъ 2, 4 и 7 и обозначены A, B и D.

Горизонтальныя составляющія R_1 въ опорахъ равны горизонтальнымъ проекціямъ C_1, C_2 . . . . . C_8 неизвѣстныхъ вершинныхъ силъ.

Для равновѣсія необходимо, чтобы въ обоихъ концахъ каждаго бруса нижняго кольца были приложены равныя и взаимно противоположныя силы. Каждая сила Cn вызываетъ въ этихъ брусьяхъ составляющую $\frac{Cn}{2\cos\alpha}$, каждая сила A, B или D — составляющую $\frac{A}{2\sin\alpha}$, $\frac{B}{2\sin\alpha}$ или $\frac{D}{2\sin\alpha}$. Разлагая силу R на составляющія — радіальную $= R\cos\beta$ и къ ней перпендикулярную $R\sin\beta$, имѣемъ для послѣднихъ кольцевыя составляющія $\frac{R\cos\beta}{2\cos\alpha}$ и $\frac{R\sin\beta}{2\sin\alpha}$. Поэтому въ брусьяхъ кольца въ точкѣ 1 имѣемъ съ одной стороны:

$$R\left(\frac{\cos\beta}{2\cos\alpha}-\frac{\sin\beta}{2\sin\alpha}\right)=R\,.\,\frac{\sin(\alpha-\beta)}{2\sin\alpha\,.\,\cos\alpha}$$

а съ другой стороны:

$$R\left(\frac{\cos\beta}{2\cos\alpha}+\frac{\sin\beta}{2\sin\alpha}\right)=R\,\frac{\sin(\alpha+\beta)}{2\sin\alpha\,.\,\cos\alpha}$$

Далѣе, опредѣляя напряженія въ остальныхъ брусьяхъ нижняго кольца, имѣемъ — для бруса между

1 и 2 узлами: $\frac{C_1}{2\cos\alpha}+\frac{R\,.\,\sin(\alpha+\beta)}{2\sin\alpha\,.\,\cos\alpha}=\frac{C_2}{2\cos\alpha}+\frac{A}{2\sin\alpha}$;

2 и 3 » $\frac{C_2}{2\cos\alpha}-\frac{A}{2\sin\alpha}=\frac{C_3}{2\cos\alpha}$

3 и 4 » $\frac{C_3}{2\cos\alpha}=\frac{C_4}{2\cos\alpha}-\frac{B}{2\sin\alpha}$

4 и 5 » $\frac{C_4}{2\cos\alpha}+\frac{B}{2\sin\alpha}=\frac{C_5}{2\cos\alpha}$

5 и 6 » $C_5=C_6$

6 и 7 » $\frac{C_6}{2\cos\alpha}=\frac{C_7}{2\cos\alpha}-\frac{D}{2\sin\alpha}$

7 и 8 » $\frac{C_7}{2\cos\alpha}+\frac{D}{2\sin\alpha}=\frac{C_8}{2\cos\alpha}$

8 и 1 » $\frac{C_8}{2\cos\alpha}=\frac{C_1}{2\cos\alpha}+\frac{R\,.\,\sin(\alpha-\beta)}{2\sin\alpha\,.\,\cos\alpha}$

Такимъ образомъ имѣемъ 8 уравненій съ восемью неизвѣстными; однако равенства не нарушатся отъ увеличенія всѣхъ $C_1, C_2, C_3, \ldots C_8$ на одну и ту-же величину; поэтому для рѣшенія надо написать еще уравненіе для вершины, выражающее, что сумма вертикальныхъ проекцій силъ въ брусьяхъ вершины равна 0. Такъ какъ пирамида равносторонняя, то углы наклона этихъ брусьевъ одинаковы и поэтому это уравненіе будетъ

$$C_1+C_2+C_3\;.\;.\;.\;.\;C_8=0.$$

Мы видимъ, что и въ этомъ случаѣ напряженія будутъ существовать во всѣхъ брусьяхъ ногъ и нижняго кольца, а изъ остальныхъ частей системы — лишь въ принадлежащихъ къ обоимъ полямъ, смежнымъ съ нагруженнымъ узломъ. При выборѣ иныхъ опорныхъ точекъ для радіальныхъ направляющихъ силъ измѣнятся напряженія частей ногъ и нижняго кольца, а въ частяхъ упомянутыхъ полей останутся неизмѣнными. Въ случаѣ неправильнаго многоугольника, основаніями останутся тѣ-же уравненія, но углы α будутъ различны и нулю будетъ равняться не сумма составляющихъ C, а сумма ихъ произведеній на tg угловъ наклона соотвѣтствующихъ брусьевъ.

Въ практикѣ приходится имѣть дѣло обыкновенно съ высокими башенными шпицами, имѣющими основаніемъ правильный многоугольникъ и съ нагрузкой въ видѣ давленія вѣтра. Тогда равнодѣйствующая W внѣшнихъ горизонтальныхъ силъ проходитъ черезъ ось системы и, слѣдовательно, совпадаетъ съ направленіемъ силы R, на черт 17. Надо опредѣлить, при какомъ направленіи вѣтра возникаютъ наибольшія напряженія въ стропилахъ и въ брусьяхъ нижняго кольца, т. е. когда одна изъ силъ $C_1, C_2 \ldots C_8$ получаетъ свое наибольшее значеніе. Такъ какъ сумма ихъ = 0, то ихъ наибольшія положительныя и отрицательныя значенія будутъ давать наибольшую разность; послѣдняя-же возрастаетъ вмѣстѣ съ значеніями A, B и D, слѣдовательно, надо опредѣлить maximum послѣднихъ. Для равновѣсія надо, чтобы сумма ихъ моментовъ относительно центра плана была равна моменту силы W, совпадающей, какъ уже сказано, съ R (черт. 17); а такъ какъ моментъ W равенъ нулю и силы A, B и D имѣютъ одинаковыя плечи, то слѣдовательно, въ этомъ случаѣ $A+B+D$ должно быть $=0$, т. е. одна изъ нихъ должна быть равна суммѣ двухъ другихъ, стало быть больше каждой изъ нихъ порознь. Пусть уголъ между W и плоскостью, проходящей черезъ опоры 3 и 7, будетъ w, тогда

$$W\cos w=(A+B)\cos 45^0 \text{ и}$$
$$W\sin w=(A-B)\sin 45^0+D \text{ или, такъ какъ } A-B=D,$$
$$W\sin w=D(1+\sin 45^0), \text{ слѣдовательно}$$

$D=\frac{W\sin w}{1+\sin 45^0}$; наибольшее значеніе этой величины будетъ при $w=1$, а слѣд. при $w=90^0$ и тогда $D_{max.}=0{,}586\,W$.

Изъ приведенныхъ уравненій для всѣхъ случаевъ:

$$A=\frac{W}{2}\left(\frac{\cos w}{\cos 45^0}+\frac{\sin w}{1+\sin 45^0}\right);$$

$$B=\frac{W}{2}\left(\frac{\cos w}{\cos 45^0}-\frac{\sin w}{1+\sin 45^0}\right).$$

Наибольшее значеніе A будетъ при $dA\,.\,dw=0$, т. е.

$$\frac{W}{2}\left(\frac{-\sin w}{\cos 45^0}-\frac{\cos w}{1+\sin 45^0}\right)=0 \text{ или } \operatorname{tg} w=\frac{\cos 45^0}{1+\sin 45^0}$$

откуда $w=22^0\ 30'$.

Производя второй выводъ dA по dw получаемъ для dA отрицательное значеніе и поэтому $A_{max.}$ будетъ при $w=22^0\ 30'$; тогда $\sin w=0{,}383$, $\cos w=0{,}924$ и

$$A_{max.}=\frac{W}{2}\left(\frac{0{,}924}{0{,}707}+\frac{0{,}383}{1{,}707}\right)=0{,}767\,W.$$

Тоже значеніе получимъ для B при $w=-22^0\ 30'$.

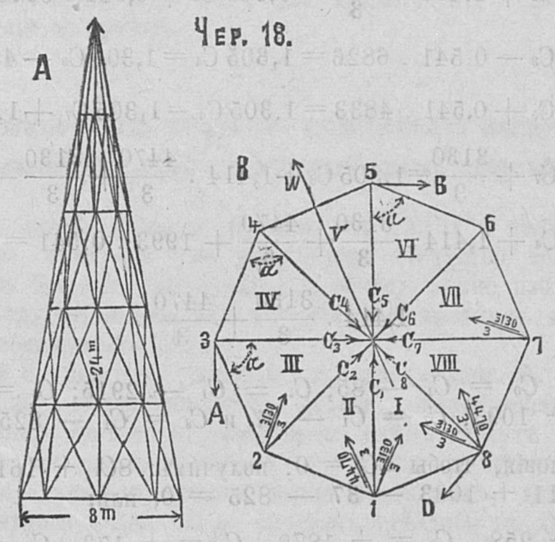
Такъ какъ $A_{max.}>D_{max.}$, то наиневыгоднѣйшее направленіе вѣтра соотвѣтствуетъ первому, причемъ

$$A=0{,}767\,W,\quad B=\frac{W}{2}\left(\frac{0{,}924}{0{,}707}-\frac{0{,}383}{1{,}707}\right)=0{,}543\,W \text{ и}$$

$$D=W\,.\,\frac{0{,}383}{1{,}707}=0{,}224\,W.$$

Воспользуемся для практическаго примѣра башеннымъ шпицемъ съ правильнымъ многоугольникомъ въ планѣ (черт. 18). Пусть опоры лежатъ на кругѣ діаметромъ въ 8 метр., высота шпица — 24 метра; давленіе вѣтра на плоскость, нормальную къ его направленію, положимъ въ 120 килогр. на кв. метръ. Теоретически оно измѣняется пропорціонально квадрату синуса угла η между направленіемъ вѣтра и плоскостью; однако эту зависимость, какъ показали наблюденія, слѣдуетъ считать для высокихъ открытыхъ башенъ слишкомъ благопріятною, поэтому замѣнимъ въ послѣдующемъ $\sin^2\eta$ черезъ $\sin\eta$.

Чер. 18.



Обозначивъ γ уголъ, образуемый въ планѣ средней линіей какой либо грани съ направленіемъ вѣтра, δ — уголъ наклона этой грани къ горизонту и принявъ что вѣтеръ образуетъ съ горизонтомъ уголъ въ 10^0, имѣемъ: $\sin\eta=\cos\gamma\,.\,\sin\delta\,.\,\cos 10^0+\cos\delta\,.\,\sin 10^0$.

Здѣсь для граней:

I . . . . . $\cos\gamma = \cos\ 0 = 1{,}000$ и $\sin\eta = 1{,}000$

II и VIII . $\cos\gamma = \cos\ 45^\circ = 0{,}707$ и $\sin\eta = 0{,}71$

III и VII . $\cos\gamma = \cos\ 90^\circ = 0{,}000$ и $\sin\eta = 0{,}03$.

Прочія грани давленію вѣтра не подвергаются.

Для нахожденія значеній $\sin\eta$ слѣдуетъ подставить въ приведенныя выраженія:

$$\sin\delta = \frac{24}{24{,}331} = 0{,}986;\quad \cos\delta = \frac{4}{24{,}331} = 0{,}164$$

$$\sin 10^\circ\ .\ .\ .\ = 0{,}174;\quad \cos 10\ .\ .\ .\ = 0{,}985.$$

Величина давленія на единицу, нормальнаго къ поверхностямъ, получится умноживъ 120 килогр. на эти цифры. Вертикальная составляющая вѣтра такъ невелика, что его можно пренебречь; горизонтальную же примемъ, съ округленіемъ цифръ, для грани I за цѣлое, а для II и VIII — за 0,7 нормальнаго давленія; для III и VII получатся небольшія величины, которыя можно оставить безъ вниманія.

Итакъ, на I-ю грань дѣйствуетъ горизонтальное давленіе вѣтра въ $\frac{24{,}33\ .\ 3{,}06}{2}\ .\ 120\ .\ 1 = 4470$ килогр., а на II и VIII — $\frac{24{,}33\ .\ 3{,}06}{2}\ .\ 120\ .\ 0{,}7 = 3130$ килогр.

Равнодѣйствующая W этихъ силъ:

$4470 + 2\ .\ 3130\ .\ 0{,}707 = 8900$ килогр. (для краткости всѣ цифры округлены),

слѣдовательно по вышесказанному

$$A = 0{,}767\ W = 6826$$
$$B = 0{,}543\ W = 4833 \text{ и}$$
$$D = 0{,}224\ W = 1993.$$

Изъ давленія $W\frac{1}{3}$ приходится на вершину и $\frac{2}{3}$ — на опоры, въ которыхъ развиваются силы w, показанныя на черт. 18 въ планѣ, вызывающія въ кольцѣ напряженіе — съ одной стороны $= \frac{w}{\cos 45^\circ}$, съ другой $= \frac{w}{tg\ 45^\circ}$ или соотв. $1{,}414\,w$ и w.

Условіе взаимнаго равенства и противуположности силъ, прилагаемыхъ въ концахъ каждаго бруса нижняго кольца, выполняется, если подставить

$\alpha = 67^\circ\ 30$, $\frac{1}{2\cos\alpha} = 1{,}305$ и $\frac{1}{2\sin\alpha} = 0{,}541$;

$$1{,}305\,C_1 + \frac{3130}{3} + 1{,}414\ .\ \frac{4470}{3} = 1{,}305\,C_2 + \frac{3130}{3};$$

$$1{,}305\,C_2 + 1{,}414\ .\ \frac{3130}{3} = 1{,}305\,C_3 + 0{,}541\ .\ 6826;$$

$$1{,}305\,C_3 - 0{,}541\ .\ 6826 = 1{,}305\,C_4 = 1{,}305\,C_5 - 4833\ .\ 0{,}541;$$

$$1{,}305\,C_5 + 0{,}541\ .\ 4833 = 1{,}305\,C_6 = 1{,}305\,C_7 + 1{,}414\ .\ \frac{3130}{3};$$

$$1{,}305\,C_7 + \frac{3130}{3} = 1{,}305\,C_8 + 1{,}414\ .\ \frac{4470}{3} + \frac{3130}{3} - 1993 . 0{,}541;$$

$$1{,}305\,C_8 + 1{,}414\ .\ \frac{3130}{3} + \frac{4470}{3} + 1993\ .\ 0{,}541 = 1{,}305\ C_1 +$$
$$1{,}414\ .\ \frac{3130}{3} + \frac{4470}{3}.$$

Отсюда: $C_0 = C_1 - 85$; $C_4 = C_1 - 2915$; $C_5 = C_1 - 911$; $C_6 = C_1 + 1093$; $C_7 = C_1 - 37$ и $C_8 = C_1 - 825$.

Изъ условія, чтобы $\Sigma C = 0$, получимъ: $8C_1 + 1614 - 85 - 2915 - 911 + 1093 - 37 - 825 = 0$, или:

$C_1 = +\ 258$, $C_2 = +\ 1872$, $C_3 = +\ 173$, $C_4 = -\ 2657$, $C_5 = -\ 653$, $C_6 = +\ 1351$, $C_7 = +\ 221$ и $C_8 = -\ 567$.

Чтобы получить дѣйствительныя усилія въ стропильн. ногахъ, надо найденныя величины умножить на $\frac{24{,}33}{4} = 6{,}08$ и тогда получимъ для стропильныхъ ногъ соотв.:

1, + 1570; 2, + 11380; 3, + 1050; 4, — 16150; 5, — 3970; 6, + 8210; 7, + 1340; 8, — 3450.

Напряженія въ нижнемъ кольцѣ получимъ по вышесказанному, а именно для брусьевъ

между 1 и 2 узл. $= 1{,}305\,C_2 + \frac{3130}{3}$ . . . . $= 3486$ кил. сжат.

» 2 » 3 » $= 1{,}305\,C_2 + \frac{1{,}414\ .\ 3130}{3}$ . . . $= 3918$ » »

» 3 » 4 » $= 1{,}305\,C_4$ . . . . $= 3467$ » вытяг.

» 4 » 5 » $= 1{,}305\,C_4$ . . . . $= 3467$ » »

» 5 » 6 » $= 1{,}305\,C_6$ . . . . $= 1763$ » сжат.

» 6 » 7 » $= 1{,}305\,C_6$ . . . . $= 1763$ » »

» 7 » 8 » $= 1{,}305\,C_7 + \frac{3130}{3}$ . . . . $= 1332$ » »

» 8 » 1 » $= 1{,}305\,C_1 + \frac{1{,}414\ .\ 3130}{3} + \frac{4470}{3} = 3302$ » »

Давленіе, передаваемое радіальнымъ направляющимъ въ трехъ опорахъ, прямо выражено величинами A, B и D. Остается опредѣлить лишь усилія въ среднихъ кольцахъ и въ діагоналяхъ. Послѣднія будутъ напряжены лишь въ II и VIII поляхъ, въ I же — не будутъ, такъ какъ обѣ стропильныя ноги его равномѣрно нагружены и слѣд. для этого поля надо найти лишь кольцевыя усилія. Обозначивъ усилія отъ дѣйствія вѣтра, разложеннаго на кольцевыя составляющія, въ верхнемъ кольцѣ черезъ N, имѣемъ, вслѣдствіе равнаго разстоянія между кольцами, для втораго, третьяго и четвертаго кольцевыхъ брусьевъ той же грани соотвѣтственно $2N$, $3N$ и $4N$; въ вершинѣ непосредственно приложена сила $\frac{1}{6}N$, а въ нижнемъ кольцѣ — $2\frac{1}{3}N$, слѣдовательно общая сумма усилій будетъ $\left(\frac{1}{6} + 1 + 2 + 3 + 4 + 2\frac{1}{3}\right) = 12\frac{1}{2}N$. Отсюда опорѣ передается $\frac{1}{3}$, т. е. $4\frac{1}{6}N$; для перваго поля это будетъ, какъ видно изъ плана черт. 18:

$$= \frac{4470}{3} + \frac{1{,}414\ .\ 3130}{3} = 2884,$$

слѣд. $N = \frac{2884\ .\ 6}{25} = -\,692$ килогр., $2\ N = 1384$ кил., $3\ N = -\,2076$ кил. и $4\ N = -\,2768$ килогр. сжатія.

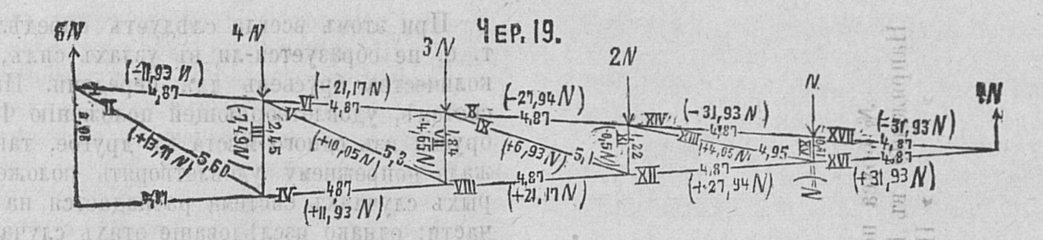
Въ поляхъ II и VIII:

$4\frac{1}{6}N = \frac{1{,}414\ .\ 4470}{3} + \frac{3130}{3} = 3150$ и $N = 756$, слѣд. $2\,N = 1512$, $3\ N = 2268$ и $4\ N = 3024$.

Эти усилія передаются брусьями II и VIII соотв. опорамъ 1 и 8 и вершинѣ, а вмѣстѣ съ ними и прочія усилія, вызываемыя нагрузкою полей III и VII, для которыхъ $N = \frac{3130\ .\ 6}{3\ .\ 25} = 250$; тѣ и другія взаимно противуположныя поэтому усилія, передаваемыя въ поляхъ II и VIII будутъ опредѣлены по $N = 756 - 250 = 506$.

Въ III и VII поляхъ $N = \frac{3130\ .\ 1{,}414\ .\ 6}{3\ .\ 25} = 354$.

На черт. 19 изображено одно изъ полей съ дѣйствительными (не проектируемыми) длинами составныхъ частей, причемъ обозначены выведенныя показаннымъ способомъ напряженія въ зависимости отъ N, заключенныя въ скобкахъ. Подставляя, какъ указано выше, для полей II и VIII $N = 506$, а для III и VII $N = 354$, получимъ дѣйствительныя напряженія въ брусьяхъ фермы черт. 19, собранныя въ прилагаемую таблицу VII. Для опредѣленія напряженій въ кольцевыхъ брусьяхъ II и VIII полей слѣдуетъ къ показаннымъ въ таблицѣ значеніямъ соотв. прибавить — 250, соотв. 2.250, — 3.250 и — 4.250, а для полей III и VII, равно какъ и для діагоналей слѣдуетъ прямо брать соотв. цифры таблицы.



Напряженія въ 1-й и 8-й стропильныхъ ногахъ опредѣлятся, прибавивъ къ цифрамъ таб. VII + 1570 соотв. — 3450. Для 2-й и 7-й стропильныхъ ногъ напряженія опредѣлятся слѣдующимъ образомъ: сначала собираемъ въ таб. VIII значенія для всѣхъ брусьевъ этихъ ногъ изъ таб. VII и къ нимъ, по приведенному разсчету слѣдуетъ прибавить — для 2-й ноги + 11380, а для 7-й + 1340.

Напряженія въ 3-й и 6-й ногахъ найдутся изъ послѣдней строки таб. VII (см. стр. 28), прибавивъ соотв. + 1050 и + 8210.

Найденныя величины вписаны на фиг. 10 Прил. причемъ собственный вѣсъ фермы въ разсчетъ не принятъ.

VI. Приложеніе новой теоріи къ изслѣдованію горизонтальной нагрузки купольной крыши съ опорами перемѣщающимися въ одной плоскости и съ вершиной.

Разлагаемъ нагрузку въ каждомъ узлѣ на два кольцевыхъ усилія r и r' (черт. 17), разлагаемъ ихъ въ свою очередь по кратчайшему пути къ опорамъ, причемъ въ ногахъ и діагоналяхъ возникаютъ извѣстныя напряженія. Затѣмъ предполагаемъ въ вершинныхъ брусьяхъ силы, взаимно уравновѣшивающіяся между собою и, при передачѣ въ опоры, уравновѣшивающіяся тамъ съ предыдущими усиліями и съ упомянутыми ранѣе опорными силами A, B и D; отсюда мы получаемъ достаточное количество уравненій для опредѣленія неизвѣстныхъ вершинныхъ усилій. Въ большинствѣ случаевъ на практикѣ приходится имѣть дѣло съ плоскими куполами, гдѣ горизонтальная составляющая давленія вѣтра несущественно вліяетъ на напряженія въ брусьяхъ стропилъ, такъ что ихъ вычисленіе можетъ быть и пропущено.

Однако, весьма важно хотя-бы приблизительно опредѣлить равнодѣйствующую давленія вѣтра, чтобы отсюда найти давленія въ трехъ радіальныхъ направляющихъ. Вмѣсто этихъ послѣднихъ, мы можемъ себѣ представить случай, изображенный на черт. 5, гдѣ три вертикальныхъ стѣнки принимаютъ своими брусьями горизонтальное давленіе вѣтра. Тогда три силы A, B и D направлены уже не перпендикулярно къ радіусамъ круга основанія, но находятся въ самихъ стѣнкахъ и кольцахъ и уравненія для этихъ силъ, въ чемъ легко убѣдиться, измѣняются; они могутъ, однако, быть опредѣлены, если извѣстна горизонтальная составляющая вѣтра. Въ подобной стѣнѣ (черт. 5) сила A, B или D принимается раскосомъ S и вытягивающейся или сжимающейся стойкой L, причемъ послѣдняя, на случай вытягиванія, должна быть достаточно нагружена или задѣлана прочно въ кладку. Иногда къ этому присоединяется еще давленіе вѣтра изнутри, стремящееся поднять кровлю.

Приблизительно-же можно найти горизонтальную равнодѣйствующую вѣтра слѣдующимъ образомъ (получится величина больше истинной): слѣдуетъ представить себѣ вертикальный разрѣзъ кровли нагруженнымъ по 120 килогр. давленія вѣтра и взять $^2/_3$ полученной величины. Для разсчитанной уже нами кровли способъ этотъ, напр., дастъ $36 \,.\, 6$ м. $^2/_3 \,.\, 120 \,.\, ^2/_3 = 11520$ килогр.

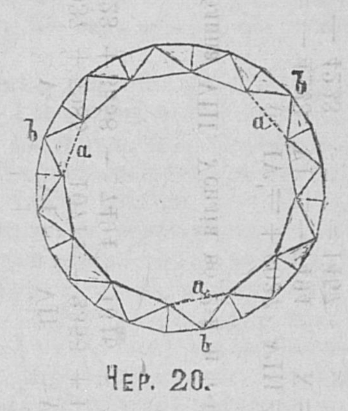
VII. Замѣна вершины системы посредствомъ внутренняго жесткаго кольца.

Устройство это уже объяснено нами при вычисленіи (IV в). примѣра съ вершиной и горизонтальными вершинными брусьями; оно можетъ быть примѣняемо лишь тамъ, гдѣ устройство свободнаго фонаря въ куполѣ является неизбѣжнымъ.

Подобное жесткое кольцо можетъ быть устроено въ видѣ плоской кольцеобразной фермы, но для статической опредѣленности такой системы ферма должна въ трехъ мѣстахъ прерываться и соприкосновеніе — ограничиваться лишь одной точкой въ каждомъ мѣстѣ. Напримѣръ въ конструкціи, показанной на черт. 20 должны быть пропущены три, обозначенныхъ пунктиромъ, бруса aaa, такъ что все кольцо состоитъ изъ трехъ отдѣльныхъ, лежащихъ въ одной плоскости фермъ.

Въ каждомъ узлѣ слѣдуетъ принять для фермы въ плоскости два уравненія, число которыхъ, по положенію Фёппеля, должно быть равно числу неизвѣстныхъ.

Если основаніе имѣетъ N сторонъ, то число неизвѣстныхъ (черт. 20), при отсутствіи брусьевъ aaa, будетъ $3\,N - 3$ этихъ бруса $+ \,3$ неизвѣстныхъ реакціонныхъ силы, т. е. всего $3\,N$. Мы имѣемъ $1^1/_2\,N$ узловъ и слѣдовательно $2 \,.\, 1^1/_2\,N = 3\,N$ уравненій, такъ что, какъ уже мы объяснили, система будетъ статически опредѣлена.



Чер. 20.

Наружныя узловыя точки будутъ въ этомъ примѣрѣ (см. также IV в. B) служить точками приложенія наружныхъ радіальныхъ, взаимно уравновѣшивающихся силъ; поэтому можно разсматривать силы, приложенныя въ bbb, какъ реакціонныя, вызванныя прочими силами; послѣднія-же принадлежатъ всегда двумъ изъ трехъ фермъ. Составивъ уравненіе моментовъ для каждой фермы, можно опредѣлить соотвѣтствующую данной фермѣ часть этихъ реакціонныхъ усилій, а при помощи ихъ найти уже извѣстнымъ намъ способомъ и прочія усилія въ фермѣ.

VIII. Примѣненіе новой теоріи къ произвольной нагрузкѣ и произвольной системѣ съ неподвижными опорами.

Примѣръ такой системы описанъ въ гл. II и изображенъ на фиг. 6 Прил. какъ мы уже указывали, отсутствіе вершины вызываетъ здѣсь большія напряженія, которыхъ можно избѣгнуть, дополнивъ систему вершиною или внутреннимъ жесткимъ кольцомъ и сохраняя неподвижность опоръ.

Подобный случай уже разобранъ по поводу черт. 5, гдѣ вертикальныя стѣны, поддерживающія ферму, разсматриваются какъ часть послѣдней. Вмѣсто вертикальныхъ стѣнъ могутъ быть и наклонныя, причемъ для статической необходимости нужно лишь три діагонали; въ случаѣ-же полнаго числа послѣднихъ, должно недоставать соотвѣтствующее число брусьевъ гдѣ-либо въ другомъ мѣстѣ—для примѣнимости закона Фёппля. Однако, первый случай представляетъ болѣе удобствъ; разложеніе силъ въ послѣднемъ случаѣ остается то же, но уравненія равновѣсія должно составлять уже не для опоръ, а для узловъ послѣдняго кольца, причемъ принимать вмѣсто произвольныхъ вертикальныхъ составляющихъ въ опорахъ— таковыя-же въ самыхъ нижнихъ брусьяхъ.

Таблица VII.

№ бруса по фиг. 19.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
Напряженіе въ II и VIII поляхъ.	−6037	+6937	−3790	+6037	+5085	−10712	−2353	+10712	+3507	−14138	−253	+14138	+2054	−16157	−506	+16157	−16157
» » III и VII »	−4223	+4783	−2651	+4223	+3558	−7494	−1646	+7494	+2453	−9891	−177	+9891	+1437	−11308	−354	+11303	−11303

Таблица VIII. Усилія во 2-й и 7-й стропильныхъ ногахъ.

Для II и VIII . . .	0	IV = +6037	VIII = +10712	XII = +14138	XVI = +16157
» III и VII . . .	I = −4223	VI = −7494	X = −9891	XIV = −11303	XVII = −11303
Суммы	−4223	−1457	+821	−2835	−4854

При этомъ всегда слѣдуетъ опредѣлить, устойчива-ли система, т. е. не образуется-ли въ узлахъ силъ, не имѣющихъ достаточнаго количества брусьевъ для передачи. Иногда, если въ устойчивой системѣ, удовлетворяющей положенію Фёппля, перенести нѣкоторыя брусья изъ одного мѣста въ другое, такъ чтобы комбинація продолжала попрежнему удовлетворять положенію Фёппля, то въ нѣкоторыхъ случаяхъ система распадается на устойчивую и неустойчивую части; однако изслѣдованіе этихъ случаевъ завело-бы насъ слишкомъ далеко.

Громоопасность зданій и условія правильнаго устройства громоотводовъ.

Вопросъ о надлежащемъ устройствѣ громоотводовъ для предохраненія жилыхъ зданій и всякаго рода помѣщеній и хранилищъ отъ ударовъ молній во время грозъ весьма важенъ, но, къ сожалѣнію, какъ и многіе другіе вопросы въ области электротехники не разрѣшенъ еще окончательно. По настоящее время наука не успѣла еще выработать основныхъ нормъ, которыми слѣдовало бы руководствоваться при сказанномъ устройствѣ, но тѣмъ не менѣе вопросъ стоитъ на очереди. Въ послѣднее время, если не разрѣшеніемъ, то по крайней мѣрѣ выясненіемъ его занялось, между прочимъ, Электротехническое Общество въ Берлинѣ, которое изъ среды сочленовъ своихъ избрало коммисію подъ предсѣдательствомъ проф. д-ра Бецольда, директора недавно учрежденнаго Королевскаго Метеорологическаго Института въ Берлинѣ, одного изъ самыхъ замѣчательныхъ грозоиспытателей.

Дѣятельность указанной коммисіи преимущественно направлена была къ собиранію и согласованію между собою различныхъ мнѣній по отношенію уменьшенія громоопасности, возникшихъ въ послѣднее время, мнѣній, идущихъ иногда въ разрѣзъ съ выработанною по устройству громоотводовъ практикою; затѣмъ къ точному установленію тѣхъ положеній, которыя наука успѣла уже выяснить окончательно. Первый плодъ трудовъ этой коммисіи составляетъ недавно опубликованная его брошюра, заключающая въ себѣ подобнаго рода требованія и данныя.

Эта брошюра, изданная подъ редакціей проф. Л. Вебера, съ содержаніемъ которой мы намѣрены ознакомить нашихъ читателей, заключаетъ въ себѣ объясненіе происхожденія молніи, свѣдѣнія о степени громоопасности зданій и изложеніе общихъ свойствъ правильно устроеннаго громоотвода; равнымъ образомъ въ ней заключаются возможно точныя предписанія и совѣты, касающіеся устройства громоотводовъ, относительно коихъ и съ теоретической стороны не можетъ послѣдовать существенныхъ возраженій и обнимающихъ собою всѣ необходимыя свѣдѣнія; при помощи послѣднихъ всякій заинтересованный въ этомъ дѣлѣ, даже безъ спеціальной теоретической подготовки, можетъ не только правильно судить о степени пригодности имѣющихся громоотводовъ, но даже и объ устройствѣ новыхъ.

Устройство громоотводовъ.

Общія разсужденія.

1. Природа опасныхъ молній.

Ударъ молніи происходитъ тогда, когда поверхность земли и ближайшее къ ней облако заряжены противуположными электричествами въ достаточномъ количествѣ и напряженіи *).

---

*) Въ атмосферѣ постоянно находится электричество, какъ въ ясную, такъ и въ облачную погоду; оно бываетъ то положительное, то отрицательное. Особенное скопленіе электричества бываетъ въ грозовыхъ облакахъ и, зная это, естественно думать, что молнія есть явленіе электрическое. Мнѣніе это было высказываемо болѣе или менѣе ясно нѣкоторыми физиками уже въ началѣ прошлаго столѣтія, когда не было еще положительныхъ свѣдѣній объ атмосферномъ электричествѣ и Франклинъ первый вполнѣ доказалъ тождество электричества и молніи.

Говоря вообще про молнію, до Араго разумѣли ее въ видѣ зигзага; однако она можетъ быть еще двухъ видовъ, изъ которыхъ одинъ довольно рѣдокъ, а другой встрѣчается гораздо чаще, нежели молнія въ видѣ зигзага. Это именно молніи, освѣщающія иногда лишь только очертанія облаковъ, иногда всю огромную поверхность ихъ, состоящія изъ разсѣяннаго свѣта и не имѣющія опредѣленной формы. Такихъ молній считаются сотни

Молніи вообще обладаютъ всѣми свойствами, которыя имѣетъ и электрическая искра при искусственномъ разряженіи. При разряженіи атмосфернаго электричества по направленію отъ облака, токъ пересѣкаетъ слои атмосферы, находящіеся между облакомъ и землею, и направляется обыкновенно къ выдающимся и вмѣстѣ съ тѣмъ проводящимъ точкамъ земной поверхности, или къ находящимся на ней предметамъ; отсюда онъ переходитъ къ ближайшимъ удобопроводящимъ электричество массамъ, которыя обусловливаютъ всестороннее его распространеніе въ землѣ. Такіе проводники и массы составляютъ, напр., грунтовая, проточная или стоячая воды, сѣти развѣтвленныхъ металлическихъ трубъ, промоченная дождемъ поверхность земли и т. п.

Громоопасность зданій зависитъ, слѣдовательно, какъ отъ ихъ свойствъ, такъ и отъ мѣстныхъ условій по отношенію къ указаннымъ массамъ-проводникамъ.

При извѣстныхъ условіяхъ свойство зданій и почвы можетъ оказать вліяніе на проявленіе молніи вообще, именно оно можетъ сдѣлать возможнымъ такое разряженіе молніи, которое не произошло бы при другихъ свойствахъ мѣстной почвы; но при извѣстныхъ условіяхъ оно можетъ и воспрепятствовать разряженію или ослабить его (между прочимъ вслѣдствіе испускательнаго дѣйствія).

Свойства зданій и почвы безспорно оказываютъ, при устраненіи громоопасности, весьма существенное вліяніе на путь, по которому молнія направляется при ударѣ. Обыкновенно отъ начальнаго мѣста пораженія къ вышеупомянутымъ массамъ-проводникамъ молнія слѣдуетъ по тому пути, на которомъ она находитъ наименьшія сопротивленія. Конечно, это правило не безъ исключеній; исключенія бываютъ тѣмъ чаще, чѣмъ слабѣе связь между проводами и частями проводовъ, обусловливающими собой путь молніи, и чѣмъ болѣе своей формой или другими свойствами они способствуютъ образованію искръ въ ближайшихъ непроводникахъ *).

Случаются также развѣтвленія и боковыя разряженія молніи. Въ особенности по опытамъ Тёплера (Töpler) можно считать доказаннымъ, что отъ провода, находящагося въ надлежащей связи съ землею (громоотвода), молнія можетъ перескочить на проводъ еще съ меньшимъ сопротивленіемъ почвы (водопроводъ), разрушая при этомъ изоляторы и полупроводники.

Кромѣ непосредственныхъ разряженій между облаками и землею, нужно также принимать во вниманіе, какъ громоопасныя, хотя и въ меньшей степени, дѣйствія тѣхъ нарушеній электрическаго равновѣсія, которыя могутъ при этомъ проявиться въ системахъ проводниковъ отъ дѣйствія статической или динамической индукціи.

Продолжительность времени одного разряженія нужно считать перемѣнной въ весьма широкихъ предѣлахъ (дроби секунды) **).

и тысячи на одну извилистую молнію во время одной грозы. Полагаютъ, что такого рода молніи не производятъ ни пожаровъ, ни другихъ разрушительныхъ дѣйствій; быть можетъ это происходитъ отъ того, что молніи эти не направлены къ земнымъ предметамъ.

Молніи третьяго рода были видимы немногими и принадлежатъ быть можетъ къ числу самыхъ опасныхъ. Онѣ являются въ видѣ огненнаго метеора, который отовсюду представляется круглымъ, слѣдовательно имѣетъ видъ шарообразный; движенія ихъ относительно медленны и онѣ могутъ быть видимы въ продолженіе нѣсколькихъ секундъ; въ моментъ исчезанія онѣ обыкновенно раздѣляются на нѣсколько мелкихъ шаровъ, или же главный шаръ разрывается подобно бомбѣ и изъ него происходятъ извилистыя молніи, падающія на различные предметы.

*) Относительно пути слѣдованія молній, по мнѣнію д-ра Мейера, нужно бы считать общимъ закономъ, что молнія направляется туда, гдѣ она въ каждый моментъ вызываетъ наибольшее количество электричества черезъ вліяніе.

Исходя изъ этой точки зрѣнія, нельзя считать за общее правило, что молнія всегда избираетъ по направленію къ землѣ путь съ наименьшимъ сопротивленіемъ, и что притяженіе проводящихъ массъ главнымъ образомъ основывается на легкости распредѣленія въ нихъ электричества черезъ вліяніе. Какъ второй существенный моментъ притяженія молніи на болѣе значительныя разстоянія нужно принимать во вниманіе величину проводящей поверхности, какъ кондуктора, и поэтому, напр., верхушки деревьевъ составляютъ хорошія точки притяженія для молній, между тѣмъ какъ проводимость черезъ стволъ дерева къ почвѣ часто не бываетъ наилучшей.

Такимъ образомъ весьма широкое представленіе о томъ, что будто присутствіе хорошихъ проводниковъ напередъ уже опредѣляетъ путь молній, по мнѣнію проф. Мейера, слѣдовало бы съузить въ пользу болѣе сжатаго понятія о преобладающемъ дѣйствіи вліянія. Поэтому можетъ случиться, что молнія, хотя и затронетъ на пути удобопроводящія поверхности, каковы, напр., металлическія части и т. п., но отъ этого однакожъ не достигнется никакой пользы по отношенію лучшаго провода въ землю.

**) Продолжительность молній первыхъ двухъ родовъ весьма незначительна; точными опытами опредѣлено, что она никакъ не болѣе $\frac{1}{1000}$ секунды, хотя можетъ простираться на большое пространство. Вообще скорость распространенія электричества чрезвычайно велика; поэтому молніи въ видѣ блестящаго шара представляютъ исключеніе изъ общаго правила, и до сихъ поръ онѣ не объяснены еще надлежащимъ образомъ.

Однакожъ, съ точностью неизвѣстно, насколько тутъ оказываютъ вліяніе явленія въ самомъ электрическомъ облакѣ или съ другой стороны проводящая способность тѣлъ, сквозь которыя прошла молнія.

Относительно дѣйствій, производимыхъ молніей, нужно принять, что вообще механическія разрушенія обусловливаются быстрыми разряженіями, воспламененія-же—медленными *).

2. Степень громоопасности.

Степень громоопасности пока еще не опредѣлена для всей Германіи съ надлежащей точностью. Но приблизительно объ ней понятіе можно составить себѣ на основаніи слѣдующихъ данныхъ **).

Громоопасность въ теченіи послѣднихъ 30 до 40 лѣтъ въ Германіи постоянно возрастаетъ, такъ что среднее усиліе громоопасности съ 1850 по 1880 г. круглымъ числомъ нужно принять утроившимся. Результатъ этотъ полученъ на основаніи опытовъ Бецольда (v. Bezold. Abhandlungen der Königlichen. Bayrischen Akademie), Гутвассера (Gutwasser. Protokolle des Sächsischen Ingenieur und Architecten Vereins, 1872), Гольца (Holtz. Zunahme der Blitzgefahr) и Касснера (Electrotechnische Zeitschrift 1885, ст. 278).

Ежегодный вредъ, наносимый ударами молній, опредѣленъ для Германіи г. Карстеномъ (Electrotechnische Zeitschrift 1885, ст. 137) минимумъ въ 6 до 8 милліоновъ марокъ.

По разсчету Гольца (Holtz) для промежутка времени отъ 1874 по 1877 годъ изъ общей, обнимающей всю Германію, страховой отъ удара молніи суммы въ 13676 мил. марокъ, молніи ежегодно наносили вредъ въ 1,26 мил. марокъ, что составляетъ слѣдовательно 0,092 pro mille.

Равнымъ образомъ, для того же промежутка времени, по разсчету Гольца, изъ 1 милліона зданій во всей Германіи молніи поражаютъ ежегодно, среднимъ числомъ, 188 зданій. При этомъ разсчетѣ, равно какъ и при слѣдующихъ данныхъ, приняты въ разсчетъ лишь такіе удары молніи, которые нанесли вредъ и объ которыхъ было заявлено въ страховыхъ отъ огня обществахъ.

Для Баваріи фонъ-Бецольдъ, для начала 80 годовъ, приводитъ такую же цифру, т. е. 97 ударовъ на 1 милліонъ.

Въ королевствѣ Саксонскомъ, для промежутка времени отъ 1864 по 1870 годъ, Гутвассеръ нашелъ степень громоопасности въ 152 на 1 милліонъ. Продолженіе этихъ изслѣдованій, предпринятое И. Фрейбергомъ (J. Freyberg), оказало постоянное возрастаніе громоопасности, которая, для промежутка времени отъ 1879 по 1882 годъ, составляла среднимъ числомъ ежегодно 271 ударъ на 1 милліонъ.

Степень громоопасности обусловливается:

а) Общимъ характеромъ мѣстности.

Въ плоскихъ мѣстностяхъ зданія гораздо болѣе подвержены ударамъ молніи, чѣмъ въ холмистыхъ и гористыхъ; такъ наприм., для южной Германіи Гольцъ (Holtz, Zunahme der Blitzgefahr, ст. 83) нашелъ, для промежутка времени отъ отъ 1874 по 1877 г., средню громоопасность въ 97; для сѣверной же Германіи — въ 227 на 1 милліонъ. Подобнаго рода различіе въ степени громоопасности плоскихъ мѣстностей страны, по сравненію съ гористыми, подтверждаетъ и провинціальная саксонская статистика громовъ (Provinzial-Sächsische Blitzstatistik). Предположеніе о томъ, что это различіе

*) Желаніе предохранить себя отъ молніи, безъ сомнѣнія, такъ же старо, какъ и родъ человѣческій, но нельзя сказать того же о средствахъ спасенія отъ этого страшнаго явленія. Исторія сохранила нѣкоторыя свѣдѣнія о различныхъ попыткахъ и средствахъ обезопасить жизнь человѣческую отъ грозы, бывшихъ въ употребленіи въ разныя времена у разныхъ народовъ: японскіе государи удалялись въ гроты, вырытые подъ прудами, полагая, что въ водѣ бассейна погасаетъ молнія. Римляне считали пещеры за безопасныя убѣжища во время грозы, думая, что молнія не можетъ проникнуть на большую глубину въ почву. По мнѣнію китайцевъ, тутовыя и персиковыя деревья могутъ считаться вѣрною защитою отъ молніи; римляне это свойство приписывали лавровому дереву; императоръ Тиверій надѣвалъ на себя лавровый вѣнокъ при наступленіи грозы. Тюленьи и змѣиныя шкуры пользовались особеннымъ довѣріемъ римлянъ, какъ защита отъ молніи. Императоръ Августъ постоянно носилъ тюленью кожу. Въ позднѣйшія времена въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ прибѣгали къ колокольному звону, раскладывали костры и зажигали ихъ для разогнанія тучъ. Наконецъ думали, что съ большою пользою для этого могутъ служить пушечные выстрѣлы. По изслѣдованіямъ, однако-жъ, Имгофа и Араго послѣднее средство противъ грозы весьма ненадежно.

**) См. прилож.: Таблицу распредѣленія грозъ для Россіи.

обусловливается будто бы большимъ количествомъ громоотводовъ въ гористыхъ странахъ является невѣроятнымъ, такъ какъ покуда еще количество зданій, снабженныхъ громоотводами, вообще весьма незначительно, въ самомъ благопріятномъ случаѣ доходитъ до 10 проц., и лишь въ немногихъ мѣстностяхъ, напримѣръ, въ нѣкоторыхъ частяхъ Баваріи превосходитъ эту норму.

Гораздо болѣе вѣроятное разъясненіе этого явленія нужно искать въ томъ, что въ гористыхъ окрестностяхъ населенные пункты расположены по преимуществу въ долинахъ, такъ что самыя высокія точки, именно наиболѣе подверженныя ударамъ молніи, собственно говоря, не заселены; между тѣмъ въ плоскихъ мѣстностяхъ отдѣльныя зданія составляютъ именно возвышающіяся надъ окрестностью и подверженные вслѣдствіе того удару молніи пункты.

b) Положеніемъ зданія по отношенію свойствъ почвы ближайшей мѣстности.

Всякое возвышеніе почвы, на которомъ помѣщено зданіе, обусловливаетъ собою вообще увеличеніе громоопасности, равнымъ образомъ какъ и близость рѣкъ и озеръ, между тѣмъ какъ близость лѣса уменьшаетъ ее. Состояніе грунтовыхъ водъ можетъ однакожь повліять на измѣненіе этихъ соотношеній. Такъ, при горизонтальномъ положеніи грунтовыхъ водъ, зданіе, помѣщенное ниже, можетъ, при извѣстныхъ условіяхъ, быть болѣе подвержено опасности, чѣмъ зданіе помѣщенное выше, но болѣе удаленное отъ грунтовыхъ водъ; между тѣмъ при благопріятномъ, параллельномъ поверхности земли протяженіи грунтоваго водоноснаго слоя, вышерасположенное зданіе и будетъ подверженнымъ большей опасности.

c) Высотою зданій.

Громоопасность возрастаетъ съ увеличеніемъ вышины зданій. Обстоятельство это всего лучше доказывается значительной громоопасностью церквей и вѣтряныхъ мельницъ, хотя для послѣднихъ, какъ содѣйствующую причину, нужно искать въ большинствѣ случаевъ, возвышенную мѣстность, на которой онѣ расположены и изолированное ихъ положеніе. Такъ Гольцъ (Zunahme der Blitzgefahr ст. 71 и 72) для промежутка времени съ 1870 по 1877 годъ, находитъ ежегодную среднюю громоопасность для церквей колеблющейся въ предѣлахъ между 3360 на 1 милліонъ (Саксенъ-Веймаръ) и 8333 (Landdrostei Stade), а если выдѣлить городскія церкви, то даже получится 10,514, для провинціи Бранденбурга; громоопасность для вѣтряныхъ мельницъ, по его-же разсчету, колеблется между 1650 (Vorpommern) и 10.800 (Landdrostei Aurich). Громоопасность, по даннымъ Шлезвигъ-Гольштейнской статистики, составляла, для промежутка времени отъ 1879 по 1883 годъ, ежегодно среднимъ числомъ для церквей 4520, для вѣтряныхъ мельницъ 14.420, между тѣмъ для другихъ зданій она составляла лишь 230 (для сельскихъ) и 130 (для городскихъ). Приведенныя цифры тѣмъ болѣе доказываютъ значительную громоопасность церквей и вѣтряныхъ мельницъ, что именно эти зданія чаще всего снабжены громоотводами и потому, что общая цифра имѣющихся зданій, положенная за основаніе при разсчетѣ громоопасности, обнимаетъ собой и такія зданія, которыя снабжены громоотводами, между тѣмъ всѣ почти констатированные удары молніи, за весьма немногими исключеніями, попадали именно въ такія церкви и мельницы, которые не имѣли громоотводовъ.

d) Различіемъ распредѣленія зданій.

При одинаковомъ количествѣ сельскихъ и городскихъ зданій— первыя гораздо чаще подвергаются удару молніи. Причина этому, какъ кажется, заключается въ томъ, что сельскія, изолированно размѣщенныя постройки, притягиваютъ не только такія молніи, которыя, принимая равномѣрное распредѣленіе ударовъ молніи, ударили-бы въ нихъ соразмѣрно занимаемой ими поверхности, но и такія, которыя могли быть предназначены для ближайшаго сосѣдства.

Для выясненія этихъ соотношеній можетъ послужить нижеслѣдующій, схематическій приблизительный разсчетъ. Пусть будетъ мѣстность A, которую принимаемъ за типъ города. Положимъ, что онъ состоитъ изъ 100 квадратныхъ, застроенныхъ домами, участковъ, образующихъ въ совокупности также квадратъ, и пусть каждый участокъ имѣетъ по 7 улицъ. Длина и ширина каждаго дома, а также ширина каждой улицы пусть составляетъ 15 метровъ. Тогда указанная мѣстность заключаетъ въ себѣ $100 \times 24 = 2400$ домовъ и вмѣстѣ съ улицей, идущей вдоль наружныхъ участковъ, покрываетъ собой пространство въ $(8 \times 15 \times 10 + 15)^2 = 1215^2 = 1.476.225$ квадратныхъ метровъ. Внутри застроенныхъ участковъ можетъ быть еще отдѣлено пространство въ 3×15 метр. въ квадратѣ, такимъ образомъ чтобы это, занятое садами пространство лежало на разстояніи 15 метровъ отъ домовъ. Все пространство, покрытое садами, составитъ, слѣдовательно, $100 \times (3 \times 15)^2 = 202.500$ квад. метровъ. Пусть въ теченіе извѣстнаго промежутка времени на всю занимаемую городомъ территорію пало 147 ударовъ молніи и положимъ, что 20 изъ нихъ пришлись на сады, а 127 на дома, то есть мы принимаемъ, что тѣ удары молніи, которые соразмѣрно пространству должны-бы упасть въ ближайшемъ внутреннемъ сосѣдствѣ домовъ, притягиваются послѣдними. Такимъ образомъ, вѣроятность быть пораженнымъ молніей, для каждаго изъ домовъ указанной мѣстности въ данный промежутокъ времени составляетъ $\frac{124}{2400}$. Съ этой мѣстностью сравнимъ другую сельскую мѣстность B, которая отъ A отличается лишь тѣмъ, что она застроена вдвое рѣже, т. е. черезъ домъ, или что мѣстность B состоитъ изъ 1200 изолированныхъ домовъ, раздѣленныхъ другъ отъ друга промежуткомъ равнымъ поверхности, занимаемой самымъ домомъ; въ общемъ-же она покрываетъ собой такое-же пространство какъ и A, и внутри застроенныхъ участковъ заключаетъ такое-же по размѣрамъ и положенію относительно домовъ, пространство сада. Если въ такой-же промежутокъ времени допустить и для мѣстности B количество упавшихъ молній въ 147, изъ коихъ на сады придется тоже 20, то остальныхъ 127 молній попадутъ на 1200 домовъ, взаимное разстояніе которыхъ другъ отъ друга составляетъ 15 метровъ. Вѣроятность, слѣдовательно, быть пораженнымъ молніей составляетъ здѣсь для каждаго дома $\frac{127}{1200}$, то есть она какъ разъ вдвое больше, чѣмъ для мѣстности A.

Гольцъ принимаетъ громоопасность для сельскихъ зданій среднимъ числомъ вдвое большей, чѣмъ для городскихъ (Zunahme der Blitzgefahr, ст. 87). Согласно провинціальной саксонской статистикѣ соотношеніе это составляло 1 : 1,66, по Шлезвигъ-Гольштейнской-же статистикѣ оно равно 1 : 1,8 (Berichte uber Blitzschläge in der Provinz Schleswig-Holstein 4 Folge, ст. 63, см. Abs 55).

e) Способомъ постройки зданія.

Зданіе, снабженное въ изобиліи металлическими частями, при другихъ одинаковыхъ условіяхъ, очевидно, болѣе подвержено удару молніи, чѣмъ зданіе, не имѣющее таковыхъ. Такими громоопасными приспособленіями считаются: металлическія крыши, желѣзные анкера и подпоры и, въ особенности, газо-и водопроводныя трубы. Громоопасность эту нужно понимать, однако, въ томъ лишь смыслѣ, что ударъ молніи, который и помимо всего упалъ-бы на эту мѣстность, скорѣе изберетъ себѣ путь по снабженному металломъ зданію, чѣмъ по ближайшему сосѣднему, отличающемуся, при всѣхъ прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, лишь отсутствіемъ металлическихъ частей.

Кромѣ того, опасность поврежденій зданій молніей существенно ослабляется тѣмъ, что имѣющіяся въ зданіи металлическія части, весьма часто дѣйствуютъ какъ отдѣльные, легко пополняющіеся взаимно громоотводы, какъ это имѣетъ мѣсто, напримѣръ, для наружныхъ водосточныхъ или для сточныхъ трубъ, по которымъ молнія обыкновенно безопасно стекаетъ въ землю. Даже въ тѣхъ случаяхъ когда металлическія части окружены огнеопасными непроводниками, какъ напримѣръ, при проволочномъ укрѣпленіи соломенныхъ крышъ, при проволочной гипсовой обшивки и т. п. можетъ, правда, и увеличиться съ одной стороны возможность воспламененія, но съ другой стороны здѣсь можно уменьшить опасность воспламененія самыми простыми средствами предосторожности, напримѣръ, соединеніемъ отдѣльныхъ проволокъ между собою и съ металлами, лежащими внѣ зданія.

Поэтому, вообще, нѣтъ никакого основанія ограничить примѣненіе металлическихъ частей въ зданіяхъ изъ опасенія увеличенія громоопасности. Совершенно подобно металламъ относятся, кажется, и соломенныя крыши, которыя легко на значительную толщину могутъ быть промочены дождемъ, образуя вслѣдствіе того гораздо болѣе удобо-проводящую поверхность, чѣмъ шиферныя или черепичныя крыши, которыя могутъ покрываться лишь тонкимъ слоемъ воды.

f. Непосредственнымъ сосѣдствомъ предметовъ, притягивающихъ молнію.

Къ нимъ относятся:

α) Деревья, возвышающіяся надъ зданіями. Они доставляютъ, правда, и защиту, такъ какъ они первоначально притягиваютъ

молнію, отвлекая ее такимъ образомъ отъ зданія и, обыкновенно, при разстояніи посредствомъ корней своихъ проводятъ часть электричества въ землю. Но съ другой стороны здѣсь является опасность, что разряженіе отъ нижней части ствола дерева можетъ частью перейти на зданіе (Berichte) (über Blitzschläge in der Provinz Schleswig-Holstein Folge 4, ст. 55). Будетъ-ли перевѣсъ на сторонѣ опасности или сторонѣ защиты—это, зависитъ отъ особенностей каждаго частнаго случая *).

β. Расположенные вблизи телеграфные или телефонные провода. Они оказываютъ, также какъ и деревья, отчасти опасное, отчасти предохранительное вліяніе. Но, вообще, перевѣсъ является здѣсь на сторонѣ охраны; въ особенности это относится къ городскимъ телефоннымъ линіямъ, снабженнымъ многочисленными громоотводами. Согласно предписаніямъ, одинъ громоотводъ приходится, по меньшей мѣрѣ, на 4, помѣщенные на домахъ устоя для проволокъ (Vorschriften über Herstellung von Stadt—Fernsprech—Einrichtungen im Reichs—Telegraphen—Gebiet. 1883, § 8, ст. 16). Несомнѣнная опасность является лишь тогда, когда по близости отъ телефонной линіи находится газо или водопроводная труба, не находящаяся въ металлической связи съ громоотводомъ телефонопровода.

Вообще, громоопасность необходимо считать сильнѣе повсюду тамъ, гдѣ вслѣдствіе прежнихъ ударовъ молній, съ вѣроятностью уже можно предполагать существованіе одного или нѣсколькихъ изъ вышеупомянутыхъ неблагопріятныхъ условій.

3. Уменьшеніе степени громоопасности устройствомъ громоотводовъ.

Изобрѣтеніе Франклина — громоотводъ — при надлежащемъ устройствѣ, долженъ вполнѣ защищать зданіе отъ удара молніи.

Фактъ этотъ, во-первыхъ, подтверждается несомнѣнно достовѣрными и удачными опытами, которые можно произвести посредствомъ искусственныхъ источниковъ электричества. Именно, если снабдить любой предметъ нѣсколькими обхватывающими наружную его поверхность проволоками и подвергать его затѣмъ ударамъ самыхъ сильныхъ искръ изъ батарей или индукторовъ, то не металлическія части предмета нисколько не повреждаются отъ дѣйствія искръ. Хотя подобнаго рода опыты въ отношеніи величины силы и не могутъ быть вполнѣ сравниваемы съ мощными проявленіями естественныхъ молній, но все-таки между тѣми и другими явленіями существуетъ полная аналогія и получаемый отсюда выводъ вполнѣ оправдываетъ фактъ, что снабженіе зданія правильно размѣщенными металлическими стержнями и проволоками можетъ повести къ полной защитѣ его отъ ударовъ молній.

Кромѣ того, одинаковыя свойства атмосфернаго электричества съ искусственнымъ и возможность отводить таковое безвредно посредствомъ металлическихъ кондукторовъ доказаны и непосредственными опытами съ сильно заряженными электричествомъ облаками. Сюда относятся опыты, произведенные профессоромъ г. Рихманомъ въ Петербургѣ въ 1753 г. и въ Неракѣ (Nérac) Г. Рома (de Romas Histoire de l'Electricité par Priestley, t. II p. 205, traduction française. Тамъ-же. Memoir de l'Académie des Sciences t. II, p. 393, t. IV, p. 514). Посредствомъ бумажнаго змѣя, въ шнурокъ котораго вплетена была проволока; молніей, прошедшей по этому проводу, Р., какъ извѣстно, былъ убитъ. Рома удавалось извлекать изъ своего кондуктора 7-го Іюня 1753 года изъ высоты 550 футовъ искры въ 3 дюйма длиной и 3 линіи толщиной. Когда змѣй, вслѣдствіе усилившагося вѣтра поднялся еще на 100 футовъ вверхъ, то разряженіе молніи обнаруживались искрами въ 8 дюймовъ длиной и 5 линій въ діаметрѣ, съ проявленіями звуковыми, похожими на громовые раскаты. Во время опыта, произведеннаго 28-го Августа 1756 года, можно было замѣтить пламенные токи въ 10 футовъ длиной и 1 дюймъ шириной, стекающіе тѣ веревки змѣя. Эти удивительныя изверженія, которыя могли быть гибельными даже для самаго наблюдателя, если-бъ онъ по неосторожности приблизился къ къ кондуктору, не смотря на то, были совершенно безопасно проведены веревкой змѣя, къ близь помѣщенному, соединенному съ землей металлическому проводнику.

Еще въ большихъ размѣрахъ опыты эти повторены были въ Парижѣ Шарлемъ (Charles. Memoir. de l'Acad. de Scienc. t. II, 393; Arago Oeuvres, t. IV, p. 284) и въ Туринѣ Беккарія (Arago. Oeuvres, t. IV, p. 283). Послѣдній устроилъ въ двухъ мѣстахъ на крышѣ дворца Валентино, два толстыхъ негибкихъ и надлежащимъ образомъ изолированныхъ металлическихъ стержня. На незначительномъ разстояніи отъ каждаго изъ этихъ стержней помѣщено было еще по стержню изъ такой-же проволоки; эти послѣдніе опускались вдоль стѣны и затѣмъ довольно глубоко входили въ землю. Во время послѣдовавшей грозы, отъ каждаго изолированнаго стержня къ соотвѣтствующему ему отводу проскакивали сильныя искры въ такомъ количествѣ, что глазъ и ухо едва были въ состояніи различить промежутокъ между нѣсколькими слѣдующими одна за другой свѣтовыми молніями и трескам.

Третьимъ и самымъ нагляднымъ доказательствомъ защиты, доставляемой громоотводами, могутъ служить наблюденія, производимыя уже въ теченіи 100 лѣтъ и показавшія, что зданія, снабженныя громоотводами, повреждаемы были лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ, и что именно такія зданія, которыя въ прежнія времена неоднократно и обыкновенно бывали поражаемы молніями, перестали подвергаться ударамъ таковой, послѣ того какъ на нихъ устроены были громоотводы.

Изъ многихъ, относящихся сюда, случаевъ, собранныхъ въ различныхъ сочиненіяхъ Реймарусомъ, Араго, Кюномъ (Reimaros, Arago, Kühn) и др., укажемъ на слѣдующіе: церковь въ Боригеймѣ близъ Франкфурта на Майнѣ; католическая церковь въ Нирштейнѣ, провинціи Пфальцъ; церковь св. Рейнгольда въ Дортмундѣ; церковь на Гогенпейссенбергѣ въ Баваріи, которая въ теченіи 12-ти лѣтъ повреждена была молніей 7 разъ; замокъ де-ла-Феррандіеръ близъ Ліона, церковь близъ Чарльстоуна (Charlestown) въ Южной Каролинѣ; Валентинскій дворецъ въ Туринѣ; маякъ въ Генуѣ, который подвергался ударамъ молніи, по меньшей мѣрѣ, черезъ каждые два года; церковь Кариньяно (Carignano) въ Гендѣ; башня св. Марка въ Венеціи. Всѣ эти церкви, согласно извѣстіямъ Геммерса (Hemmers-Berichte, Mannheim, 1783), послѣ снабженія ихъ громоотводами, перестали подвергаться ударамъ молній. Лихтенбергъ (Vermischte Schriften VIII, 256—257) разсказываетъ слѣдующее: Церковь, находящаяся при замкѣ графа Орсини на Розенбергѣ въ Каринтіи была столь часто поражаема молніями, что въ ней въ теченіи лѣта приходилось даже прекращать богослуженіе. Въ 1770 году колокольня церкви была вполнѣ разрушена однимъ ударомъ молніи. Послѣ отстройки колокольни заново, случаи удара въ нее молній повторялись постоянно, среднимъ числомъ отъ 4 до 5 разъ въ годъ, причемъ необыкновенно сильныя грозы во время которыхъ колокольня подвергалась по 5 и даже по 10 случаямъ удара молній въ день, считаны лишь за одинъ случай. Когда въ 1778 году колокольня подверглась 5-ти случаямъ удара молніи и была близка къ разрушенію, ее опять отстроили вновь и снабдили остроконечнымъ стержнемъ съ хорошимъ проводникомъ. Въ 1783 году, то есть по истеченіи 5 лѣтъ, колокольня вмѣсто 20 до 28 разъ подверглась лишь одному случаю удара молніи, и этотъ ударъ направился на металлическое остріе, не причинивъ никакого вреда колокольнѣ. Очень можетъ быть, что въ этомъ случаѣ общее количество ударовъ молніи и не уменьшилось, но всѣ они всегда проводились громоотводомъ въ землю безъ всякихъ видимыхъ слѣдовъ. Реймарусъ (Reimarus. Neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg 1794, ст. 386—387) пишетъ: На башнѣ лютеранской церкви въ Нью-Іоркѣ подъ колоколомъ на разстояніи около 20 футовъ помѣщались часы, отъ которыхъ шла желѣзная проволока до часоваго молотка. Въ 1750 году послѣдовалъ случай разряженія молніи отъ молотка колокола вдоль проволоки къ часамъ, такъ что проволока мѣстами сплавилась вовсе мѣстами-же до $^1/_3$ первоначальной толщины. Насколько токъ направился вдоль проволоки по отверстіямъ пола, онъ не причинилъ никакого вреда, но отъ нижняго ея конца разряженіе воспослѣдовало къ дверному крюку и раздробило дверь. Когда затѣмъ вмѣсто желѣзной проволоки примѣнена была тонкая цѣпь изъ желтой мѣди, то въ 1763 году ударъ молніи опять направился по этой цѣпи какъ и

---

*) По изслѣдованіямъ профессора Колладона, касающимся дѣйствія ударовъ молніи на различныя породы деревьевъ, оказалось, что италіанскій или пирамидальный тополь при равной высотѣ и одинаковыхъ прочихъ условіяхъ, чаще всѣхъ другихъ деревьевъ подвергается ударамъ молніи, которые, впрочемъ, не причиняютъ ему почти никакого вреда. Затѣмъ слѣдуетъ дубъ, который, напротивъ того, почти всегда разрушается отъ ударовъ молніи. Далѣе слѣдуютъ: вязъ, груша, сосна и различные виды ели. Конскій или дикій каштанъ почти никогда не поражается молніей.

Пирамидальный тополь можетъ служить настоящимъ громоотводомъ и опытъ показалъ, что онъ, какъ и прочіе громоотводы, защищаетъ вокругъ себя круговое пространство радіуса вдвое большаго, чѣмъ его высота. Такъ что, напримѣръ, пирамидальный тополь въ 20 метровъ высоты, стоящій посреди луга, защищаетъ вокругъ себя пространство въ 40 метровъ радіусомъ, между тѣмъ, такой-же тополь, посаженный рядомъ съ домомъ, имѣющимъ 15 метровъ высоты, защищалъ-бы только тѣ части зданія, которыя отстояли-бы отъ тополя не болѣе чѣмъ на 10 метровъ, такъ какъ высота тополя надъ зданіемъ составляла-бы лишь 20—15, т. е. 5 метровъ.

прежде по желѣзной проволокѣ, причемъ цѣпь была расплавлена, разорвана и превращена въ мельчайшую пыль, но молнія не причинила никакого поврежденія крышѣ и, совершенно подобно прежнему, опять ударила въ дверной крюкъ и раздробила дверь. Послѣ исправленія колокольни, она была снабжена желѣзнымъ отводомъ, а тогда уже случай удара въ нее молніи, имѣвшій мѣсто въ 1765 году, не причинилъ вовсе никакого вреда. такъ какъ разряженіе отъ дѣйствія отвода сдѣлалось вполнѣ безвреднымъ. По Араго (Arago Werke, т. IV, ст. 316), заимствующему описаніе этого факта изъ «Извѣстій» Геммера, Сьенская башня (Siena) бывала весьма часто повреждаема и поражаема молніями. Вслѣдствіе этого ее снабдили громоотводомъ, противъ чего сильно роптало мѣстное населеніе. Однако, 15-го апрѣля 1777 года ропотъ этотъ долженъ былъ прекратиться. Въ этотъ день гроза разразилась надъ башней. Все населеніе собралось на большой площади. Искра, на глазахъ всѣхъ, ударила въ громоотводъ и проявила несомнѣнные слѣды своего прохода, но онъ былъ настолько безвреденъ, что даже покрывающая мѣстами отводъ паутина нисколько не пострадала. По словамъ Фаржо (Fargeaud. Poggendroffs Annalen LXVI, ст. 544) въ 1833 году подлинными документами было доказано, что башня Страссбургскаго каѳедральнаго собора въ теченіи послѣднихъ 30-ти лѣтъ нуждалась каждый годъ въ ремонтѣ, вызываемомъ поврежденіями отъ ударовъ молніи, среднимъ числомъ на сумму 1000 франковъ. Послѣ устройства громоотвода въ 1835 году, по предложенію Ге-Люссака, башня долгое время оставалась неповреждаемой ударами молній; лишь во время сильной грозы 10-го іюля 1843 года молнія два раза попала въ громоотводъ, причемъ ни зданіе, ни самый отводъ нисколько не пострадали, и только платиновый конусъ наконечника, имѣвшій въ длину 8, а въ діаметрѣ 1 сентиметръ, уменьшился въ длину до 5—6 сентиметровъ. Такъ какъ наконечникъ, вѣроятно, уже былъ отчасти сплавленъ первымъ ударомъ и не смотря на то, отвелъ еще надлежащимъ образомъ, выдержалъ и второй ударъ, то случай этотъ можетъ послужить доказательствомъ того, что и безъ остраго наконечника громоотводъ можетъ вполнѣ отводить молніи. Араго (Arago Werke IV, ст. 318) разсказываетъ, что въ 1814 году молнія ударила въ портъ Плимутъ (Plymouth). Изъ множества находившихся тамъ въ это время военныхъ кораблей молнія попала лишь въ одинъ и, конечно, повредила его. Этотъ корабль «Melfold» былъ тогда и единственнымъ, не имѣвшимъ громоотвода. Снау Гаррисъ (Snow Garris. Compt. Rend. XLIII, 1015—1016. Berlin. Bericht. XII, ст. 590) насчиталъ 283 оффиціально констатированныхъ случая поврежденія молніями кораблей англійскаго военнаго флота. Ежегодный убытокъ, не считая многочисленныхъ человѣческихъ жертвъ, въ военныя времена составлялъ свыше 10.000 фунтовъ стерлинговъ. Послѣ введенія громоотводовъ системы Гарриса (Harris) случаи удара молніи въ корабли сдѣлались гораздо рѣже и если имѣли мѣсто, то не наносили болѣе никакого вреда. Итакъ, Гаррисъ приводитъ 40 оффиціально удостовѣренныхъ случаевъ, когда корабли, снабженные громоотводами его системы, не поносили ни малѣйшаго вреда. Дюпре (Duprez) собралъ 141 случай, когда зданія, снабженныя громоотводами, поражаемы были молніями, безъ малѣйшаго для себя вреда. Шлезвиго-Гольштейнская статистика, за время отъ 1879 по 1883 годъ, приводитъ 7 случаевъ, когда молніями поражаемы были громоотводы, безъ причиненія вреда, охраняемымъ ими зданіямъ. Число подобнаго рода случаевъ, безспорно можно-бы еще значительно увеличить, если-бы явилась возможность наблюдать всѣ случаи ударовъ молній въ громоотводы, проходящіе въ большинствѣ случаевъ безъ всякихъ явныхъ слѣдовъ, если-бы, по предложенію Риттенгоуза (Rittenhouse), посредствомъ хорошей зрительной трубы осмотрѣть всѣ имѣющіеся на лицо наконечники громоотводовъ, причемъ, навѣрно, нашлись-бы между ними многіе надплавленные молніями.

Какъ дальнѣйшее доказательство дѣятельности громоотводовъ, можно привести нѣсколько примѣровъ, когда вслѣдствіе случайныхъ обстоятельствъ зданія какъ-бы снабжены были нѣкоторымъ образомъ громоотводами и получали такимъ образомъ надлежащую защиту отъ ударовъ молній. Къ нимъ относится Храмъ Соломона въ Іерусалимѣ. Несмотря на тщательность, съ которою въ древности обыкновенно отмѣчались случаи ударовъ молніи въ знаменитыя зданія, мы не находимъ никакого извѣстія относительно случая удара молніи въ этотъ значительно возвышавшійся надъ остальными зданіями храмъ въ теченіе его болѣе чѣмъ 1000-лѣтняго существованія. Лихтенбергъ (Lichtenberg. Vermischte Schriften т. VIII, ст. 251—301) приводитъ слѣдующее вполнѣ удовлетворительное объясненіе этого факта. Плоская, покрытая богато вызолоченнымъ кедровымъ деревомъ крыша храма была украшена отъ одного конца своего къ другому длинными, заостренными и вызолоченными желѣзными и стальными стержнями. Наружныя стѣны зданія также одѣты были, на всемъ своемъ протяженіи, богато вызолоченнымъ деревомъ. Наконецъ, подъ переднимъ дворомъ храма находились цистерны, въ которыя стекала вода съ крыши посредствомъ металлическихъ сточныхъ трубъ. Такимъ образомъ тутъ находился даже излишекъ отводовъ для храма и Лихтенбергъ совершенно справедливо полагаетъ, что этотъ примѣръ можно привести какъ самое наглядное доказательство истиннаго дѣйствія громоотводовъ. Какъ подобный-же случай Соссюръ (Saussure) приводитъ церковь св. Петра въ Женевѣ. Несмотря на то, что Женева подвержена сильнымъ грозамъ, башня мѣстнаго каѳедральнаго собора, самаго высокаго зданія города, въ теченіи $2^1/_2$-вѣковаго существованія своего, никогда не была повреждена молніей. Причину этого поразительнаго явленія Соссюръ нашелъ въ томъ, что средняя башня сверху до низу сплошь покрыта была жестью и въ нижней части приведена въ надлежащее сообщеніе съ землею посредствомъ водосточныхъ трубъ.—Башня св. Стефана въ Вѣнѣ, въ прежнія времена, почти каждый годъ, повреждаема была молніями, но всегда лишь въ верхней своей трети, гдѣ металлическія части не имѣли между собой сообщенія, и вслѣдствіе того, находящіеся между ними камни всегда были раздробляемы, между тѣмъ какъ нижняя часть башни, которая сплошь покрыта была металломъ, никогда не повреждалась.

Кромѣ указанныхъ, многочисленныхъ случаевъ, убѣждающихъ въ полной защитѣ, оказываемой громоотводами, извѣстно и нѣсколько случаевъ, когда зданія, снабженныя громоотводами, всетаки потерпѣли вредъ отъ удара молніи.

Надлежащая, относящаяся сюда, но, къ сожалѣнію, пока еще не полная статистика безспорно указала-бы, что количество такихъ случаевъ не только абсолютно мало, но также и незначительно по отношенію числа снабженныхъ громоотводами зданій, къ числу неснабженныхъ таковыми.

Къ сожалѣнію, немногіе случаи удара молніи въ снабженныя громоотводами зданія, время отъ времени даютъ новую пищу, еще не вполнѣ устраненному предубѣжденію противъ не громоотводовъ, не смотря на то, что при болѣе тщательномъ испытаніи почти всегда оказывалось, что имѣющіеся на лицо громоотводы, при самомъ устройствѣ своемъ обладали уже существенными недостатками, которые легко можно было устранить. Безпристрастное изслѣдованіе подобнаго рода случаевъ даже еще болѣе подтвердило пользу громоотводовъ.

Позволимъ себѣ привести нѣсколько подобнаго рода случаевъ. Соссюръ (Saussure) говоритъ, что церковь св. Маріи въ окрестностяхъ Генуи почти ежегодно поражаема была молніей, вслѣдствіе этого въ 1778 году ее снабдили громоотводомъ, который будто-бы удовлетворялъ всѣмъ требовавшимся въ это время условіямъ. Въ іюлѣ слѣдующаго года молнія ударила въ наконечникъ и расплавила его; затѣмъ она послѣдовала частью по отводу, частью-же направилась въ сторону по нѣсколькимъ, доходящимъ до средняго пространства церкви стержнямъ, отсюда по стѣнѣ и затѣмъ въ землю, произведя на этомъ пути различныя поврежденія. При ближайшемъ изслѣдованіи оказалось, что и всѣ предшествующіе удары молніи слѣдовали по тому-же пути въ церкви, и что стѣна въ поврежденномъ мѣстѣ всегда была весьма сырая. Соссюръ нашелъ верхнюю часть громоотвода безукоризненной, но за то онъ замѣтилъ, что отводъ углубленъ былъ въ сталактитовыя массы и такимъ образомъ попалъ въ весьма сухую, неблагопріятную для отвода почву. Этимъ и объяснилось вполнѣ замѣченное явленіе. Если-бъ громоотводъ имѣлъ почвенный отводъ съ возможно меньшимъ сопротивленіемъ, вмѣсто того, чтобы углубляться въ довольно сухую породу, то, какъ надо полагать, не послѣдовало-бы боковаго разряженія. Почти вполнѣ аналогичный фактъ приведенъ въ Шлезвигъ-Гольштейнской статистикѣ (Berichte über Blitzschläge in der Provinz Sleswig-Holstein Tolge 1 и 2) по отношенію къ двумъ случаямъ удара молніи въ церковь въ Гаттштедтѣ (Hattstedt), гдѣ вслѣдствіе очевидно неправильнаго соединенія съ землею единственнаго громоотвода на башнѣ, послѣдовало боковое разряженіе по всему среднему пространству церкви къ расположенной съ противуположной стороны болѣе влажной почвѣ. Равнымъ образомъ сюда относятся и оба описываемые Кюномъ (Kuhn. Handbuch der angewendeten Etectricitätslehre; Encyclop. d. Physik XX ст. 122) случая удара молніи въ замокъ въ Зеефельдѣ (Seefeld) въ Баваріи, гдѣ громоотводъ былъ опущенъ въ вполнѣ сухую песчаную почву, между тѣмъ въ незначительномъ разстояніи отъ земли находилось небольшое озеро; второй-же ударъ въ 1809 году былъ отклоненъ въ сторону свинцовой водопроводной трубой, принадлежащей пивоваренному заводу, по которой ударъ и направился.

(Продолженіе слѣдуетъ.)

Типографія А. Таговъ, Мѣщанская, д. № 20. Редакторъ-Издатель Э. П. ДЕКЛЕРОНЪ.

АСФАЛЬТОВЫЙ ТОЛЬ

для крышъ, подъ смазку половъ, для обивки деревянныхъ стѣнъ снаружи и пр.

КАРТОНЪ ДЛЯ СТѢНЪ.

Асфальтовый лакъ для окраски крышъ, желѣза и дерева.

Энгидрія смоленный составъ противъ сырости.

В. А. ПАРМАНЪ и К°

Гороховая № 19. **Телефонъ № 64.**

Прейсъ-куранты, смѣты и проч. безплатно.



СЛЕСАРНАЯ МАСТЕРСКАЯ БЮШИНГА.

Спб., Малая Конюшенная ул., д. № 9.

СПЕЦІАЛЬНОСТЬ:

дверныхъ замковъ новой конструкціи, съ никогда не качающимся ручками. Пріемъ заказовъ на всѣ домовые приборы и прочія слесарныя издѣлія, а также изготовленіе несгараемыхъ огнеупорныхъ шкафовъ и дверей.

КОНТОРА

АСФАЛЬТОВЫХЪ РАБОТЪ И ПР.

Ф. ГИЛЛЕ

Екатерининскій каналъ, № 164/166, близь Аларчина моста.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Принимаетъ работы по примѣру прежнихъ лѣтъ.

Печ. раз. 25 Мая 1888 г., Спб. Градонач. Ген.-Лейт. Грессеръ. Типографія А. Тагова, Мѣщанская 20.

ПРИЛОЖЕНІЕ
КЪ СТАТЬѢ В. И. ЗУЕВА
„НОВОЧЕРКАССКІЙ ВОДОПРОВОДЪ"

Генеральный планъ мѣстности напорнаго резервуара.

Водоводъ въ напорный резервуаръ.
Водоводъ въ городъ
Обводная линія водовода
Спускная

Изъясненіе къ напорному резервуару.

A. Навѣсъ.
B. Караульный домъ.
C. Напорный колодезь.
D. Существующій напорный резервуаръ.

0 1 2 3 4 5 10 саж.

Генеральный планъ мѣстности запаснаго резервуара.

Изъясненіе къ запасному резервуару.

A. Машинное зданіе.
B. Сарай.
C. Амбаръ.
D. Существующій запасный резервуаръ при машинахъ.
E. Отхожее мѣсто.
N. Проектируемый дополнительный запасный резервуаръ при машинахъ.

N.O. 14° отъ Змѣевскаго.
140°4'
N.W. 26°
N.O. 71,75°
154°42'
N
Водоводы отъ Александровской станицы.

0 1 2 3 4 5 10 15 саж.

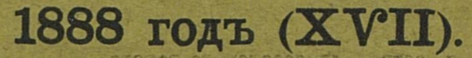
Генеральный планъ.

Изъясненіе къ генер. плану.

A. Соединительный бассейнъ.
B. Машинное зданіе.
P. Насосъ.

0 1 2 3 4 5 6 саж.

Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ.


1888 годъ (XVII).

ЗОДЧІЙ,

ЖУРНАЛЪ АРХИТЕКТУРНЫЙ И ХУДОЖЕСТВ.-ТЕХНИЧЕСКІЙ,

ОРГАНЪ

С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО ОБЩЕСТВА АРХИТЕКТОРОВЪ.

№№ 5 и 6. Май и Іюнь 1888 г.

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:

Въ С.-Петербургѣ, безъ доставки . . 12 р.
" " съ доставкою и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи. 14 "
Заграницу, въ государства международнаго почтоваго союза. . . . 17 "
Для студентовъ, при подпискѣ чрезъ казнач. учеб. завед., безъ дост. 9 "
съ доставкою . . . . . . 10 "
Для гг. служащихъ и студентовъ допускается разсрочка по третямъ года, чрезъ казначеевъ.

КОНТОРА РЕДАКЦІИ

ОТКРЫТА

ежедневно, кромѣ воскресныхъ и табельныхъ дней, отъ 10 ч. утра до 4 пополудни.

Редакція отвѣтствуетъ за исправную доставку журнала только лицамъ, подписавшимся непосредственно въ конторѣ ея — С.-Петербургъ, 5 рота Измайловскаго полка, д. № 12, кв. № 4.

ОБЪЯВЛЕНІЯ

принимаются для печатанія только въ конторѣ редакціи. Иногороднымъ, по требованію, высылается указатель платы за объявленія, по которому они могутъ заказывать печатаніе непосредственно въ конторѣ редакціи.

СОДЕРЖАНІЕ:

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЪ

„ЗОДЧІЙ"

СЪ ПРИБАВЛЕНІЕМЪ „НЕДѢЛЯ СТРОИТЕЛЯ"

на 1888 годъ.

Подписка принимается въ конторѣ редакціи журнала (С.-Петербургъ, 5-я рота, д. № 12, кв. № 4).

О перемѣнѣ адреса: Гг. подписчики при перемѣнѣ адреса иногороднаго на городской благоволятъ присылать въ контору редакціи 80 коп., а при перемѣнѣ городскаго адреса на иногородный—2 руб. При перемѣнѣ же адреса иногороднаго на иногородный или городскаго на городской—25 коп.

ГОДЪ XVII.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ
въ конторѣ редакціи:
С.-Петербургъ, Измайловскій полкъ,
5-я рота, д. № 12, кв. 4.

ЗОДЧІЙ

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:
въ С.-Петербургѣ, безъ дост. 12 р.
съ доставкою въ Спб. и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи 14 „
съ пересылкой за границу . 17 „

№№ 5 и 6. МАЙ и ІЮНЬ. 1888 г.

Памяти Александра Ивановича Резанова.

18-го ноября м. г. С.-Петербургское Общество Архитекторовъ понесло значительную утрату въ лицѣ скончавшагося почетнаго члена и предсѣдателя Общества, профессора архитектуры, тайнаго совѣтника Александра Ивановича Резанова, такъ много содѣйствовавшаго процвѣтанію Общества.

Правленіе Общества созвало 1-го декабря того-же года чрезвычайное общее собраніе, посвященное исключительно чествованію памяти Александра Ивановича.

Передъ началомъ засѣданія была отслужена панихида, затѣмъ произнесены были рѣчи І. С. Китнеромъ, В. А. Шретеромъ и Н. В. Султановымъ.

Здѣсь мы помѣщаемъ сказанное І. С. Китнеромъ и В. А. Шретеромъ; рѣчь-же Н. В. Султанова, по независящимъ отъ редакціи обстоятельствамъ, не печатается.

I.

М. Г. Сегодня мы собрались въ чрезвычайное общее собраніе, чтобы почтить память усопшаго 18 Ноября предсѣдателя, нашего незабвеннаго и глубоко чтимаго Александра Ивановича Резанова.

Истекающій 1887 годъ отразился на нашемъ Обществѣ грустными событіями, заставляющими насъ призадуматься о будущемъ его существованіи. Еще недавно здѣсь же, въ этихъ стѣнахъ, была сообщена намъ грустная вѣсть о кончинѣ почтеннаго товар. предсѣдателя нашего Р. Б. Бернгардта и молодого талантливаго товарища Ѳ. И. Чагина, и вотъ опять новая, незамѣнимая потеря, понесенная нами въ лицѣ нашего маститаго предсѣдателя. Свѣжія могилы отошедшихъ отъ насъ лучшихъ людей, которыми въ правѣ гордиться не только наше осиротѣвшее Общество, но и вся Русская земля, невольно наводятъ на грустныя размышленія и тревоги о судьбѣ нашего еще молодаго Общества, на развитіе и дѣятельность котораго столь серьезныя потери не могутъ не имѣть потрясающаго дѣйствія. Въ новой нашей скорби и безвозвратной потерѣ нашего незабвеннаго Алек. Иванов. гнетущее насъ чувство можетъ умѣриться только развѣ воспоминаніемъ о свѣтломъ обликѣ этого еще такъ недавно жившаго среди насъ добраго человѣка и товарища. Припоминая, съ какимъ истинно христіанскимъ смиреніемъ онъ переносилъ ужаснѣйшіе моменты въ своей семейной жизни, потерявъ всѣхъ своихъ дѣтей въ томъ возрастѣ, когда въ правѣ былъ ожидать собрать плоды воспитанія и приложенныхъ заботъ, невольно изумляешься его стоическому спокойствію, которое онъ обнаруживалъ, подвергаясь этимъ тяжелымъ ударамъ судьбы, какъ будто они не нарушали потрясающимъ образомъ теченіе его тихой жизни. Христіанское смиреніе усопшаго должно служить примѣромъ намъ, легко поддающимся, въ минуты тяжелыхъ испытаній жизни, малодушному негодованію на людей и обстоятельства и ропоту на судьбу.

Неподдѣльное благодушіе, простота обращенія, полный добродушія юморъ Александра Ивановича производили всегда самое успокоительное дѣйствіе на каждаго, кто въ трудную минуту жизни обращался къ нему за какимъ либо совѣтомъ или просьбой. Кому изъ насъ не памятна та полная неотразимаго обаянія рѣчь, съ которой онъ обращался къ намъ въ различные моменты нашей общественной жизни? Говорилъ ли онъ съ предсѣдательскаго кресла, бесѣдовалъ ли за трапезой, въ кругу близкихъ и друзей, или подавалъ свое мнѣніе въ какой либо спеціальной коммиссіи, всегда его рѣчь отличалась простотой и содержательностью, часто искрилась умомъ и порой блестѣла неподражаемымъ природнымъ юморомъ добродушнѣйшаго характера. Эта послѣдняя черта, случалось, вызывала обвиненіе его въ легкомъ будто-бы отношеніи къ дѣлу. Такое обвиненіе однако совершенно несправедливо и манера Алек. Иванов. говорить, не мѣшала ему прекрасно выполнять всякое, даже самое сложное дѣло, за которое онъ брался.

Если припомнить, какія сложныя и отвѣтственныя обязанности возлагались на А. И. по званію ректора Им. Ак. Худ., не говоря уже объ участіи его въ безчисленномъ множествѣ разныхъ мелкихъ дѣлъ и коммиссій, въ которыя постоянно его выбирали, то и тогда, подводя итогъ его 70-лѣтней жизни, трудно сказать по совѣсти, что этотъ человѣкъ не даромъ пожилъ и дѣйствительно примѣрнымъ образомъ потрудился для своего отечества. Говоря объ обширномъ кругѣ занятій А. И., нельзя не отмѣтить симпатичной черты усопшаго нынѣ дѣятеля — вносить съ собою повсюду духъ примиренія. Давая нерѣдко письменное или словесное заключеніе по разнымъ дѣламъ, онъ къ ошибкамъ ближняго относился не формально только, но съ точки зрѣнія истиннаго христіанина, сострадающаго чужому несчастію; его добрая душа побуждала его видѣть въ обвиняемомъ прежде всего брата, ожидающаго милосердіе. Тотъ же духъ примиренія внесъ онъ, М. Г., и въ наше Общество. Твердо вѣря въ силу объединенія лицъ, служащихъ одному и тому же дѣлу, стоялъ онъ въ продолженіи болѣе 17 лѣтъ во главѣ своихъ собратовъ по профессіи, руководя насъ во всѣхъ нашихъ, хотя и маленькихъ, но всегда безкорыстныхъ дѣлахъ, и съ свойственною ему живою заботливостью и любовью входилъ въ подробности интересовъ Об-ва. Его предсѣдательству мы обязаны высокимъ покровительствомъ нашего Августѣйшаго Почетнаго Предсѣдателя, милостями котораго пользуемся впродолженіи многихъ лѣтъ, занимая хотя очень скромное, но самостоятельное мѣсто, въ ряду прочихъ русскихъ ученыхъ Обществъ.

Александръ Иванов. въ его лѣтахъ, почетѣ и высокомъ на государственной службѣ положеніи, всегда былъ простъ и снисходителенъ къ каждому изъ своихъ собратовъ, но неблаговидные поступки онъ безпощадно преслѣдовалъ и открыто порицалъ, вызывая этимъ конечно неудовольствіе нѣкоторыхъ лицъ. Его высокія личныя достоинства и мирный характеръ способствовалъ сближенію двухъ учрежденій, имѣющихъ почти одну и ту же цѣль, но состоявшихъ въ непріязненныхъ отношеніяхъ впродолженіи многихъ лѣтъ, за неимѣніемъ нейтральной почвы, на которой представители обоихъ учрежденій могли бы сойтись и пріучить уважать другъ друга не на словахъ только, но и на дѣлѣ. Въ этомъ умѣніи сблизить два враждовавшіе между собою лагеря заключается заслуга нашего усопшаго предсѣдателя.

Оцѣнивать художественную дѣятельность А. И. теперь же было преждевременно и затруднительно безошибочно судить пока о томъ, въ чемъ проявилась его мощь и талантъ на произведеніяхъ зодчества, за исключеніемъ тѣхъ сооруженій, которыя разбросаны въ разныхъ мѣстахъ Россіи. Служебныя обязанности заставляли его проводить время въ безпрестанныхъ поѣздкахъ изъ одного конца Россіи въ другой и несомнѣнно мѣшали ему въ спокойной строительной дѣятельности. Безспорно однако одно, что А. И. своими идеями и указаніями образовалъ школу съ направленіемъ, по которому пошли многіе молодые архитекторы, разработывая мотивы отечественнаго зодчества.

Цѣль моего перечня заслугъ незабвеннаго предсѣдателя нашего, останки котораго мы 21 прошедшаго мѣсяца опустили въ могилу, заключается въ напоминаніи Вамъ М. Г. о той тяжкой утратѣ, которую мы понесли въ отошедшемъ въ вѣчность А. И. и передать Вамъ его завѣщаніе намъ и будущимъ поколѣніямъ—*трудиться на пользу отечества и жить въ мирѣ* и согласіи въ средѣ нашего Общества, служащаго залогомъ процвѣтанія и развитія дорогаго нашего искусства!»

Миръ праху твоему, добрый, незабвенный другъ и товарищъ!

І. С. Китнеръ.

II.

Послѣ теплаго и задушевнаго слова моего товарища, обрисовавшаго такъ вѣрно свѣтлую личность незабвеннаго Александра Ивановича, — мнѣ остается перечисленіе фактовъ, сложность коихъ и представляетъ *дѣловую* сторону жизни, пройденной покойнымъ.

Бѣглый очеркъ мой, конечно, будетъ и неполный, и небезошибочный: въ короткій срокъ нѣсколькихъ дней было невозможно ознакомиться съ огромнымъ матеріаломъ, оставленнымъ покойнымъ въ видѣ рисунковъ, записокъ и пр. Автобіографическихъ замѣтокъ Александръ Ивановичъ, къ сожалѣнію, не оставилъ.

И такъ, то, что можно сказать, будетъ перечень далеко неполныхъ оффиціальныхъ данныхъ и свѣдѣній, почерпнутыхъ изъ частныхъ источниковъ.

Критическая оцѣнка дѣятельности А. И., какъ зодчаго, представляется, по меньшей мѣрѣ, преждевременною, и не мнѣ, конечно, подобаетъ даже попытка подводить ея итоги.

Александръ Ивановичъ Резановъ родился въ Петербургѣ 10-го Августа 1817-го года. Воспреемникомъ отъ купели былъ Императоръ Александръ Павловичъ. Отецъ покойнаго, аудиторъ въ чинѣ IX-го класса, жилъ въ Петровскихъ казармахъ на Петербургской сторонѣ и умеръ лѣтъ сорока. Молодой Резановъ ходилъ въ школу на Аптекарскій островъ и бралъ уроки рисованія у старика-учителя нѣкоего Соколова, который написалъ портреты всего Резановскаго семейства и оказался впослѣдствіи рядомъ съ А. И. на академической скамьѣ. Такъ называемый дядя, нѣкій г-нъ Кондратьевъ, служившій надзирателемъ въ Академіи Художествъ, опредѣлилъ 9-тилѣтняго мальчика въ Академію 15-го Октября 1826-го года.

Объ успѣхахъ и поведеніи Р. отзываются весьма похвально; классныя работы, оставленныя покойнымъ, свидѣтельствуютъ о прилежаніи и любви къ дѣлу. На проектѣ «парадной лѣстницы» мы видимъ надпись Совѣта: *«спасибо за старанье»*, а на карандашномъ эскизѣ церкви: *«благодарность за все»*.

Въ 1837-мъ г. Р. получилъ малую серебряную медаль за проектъ «павильона», а четыре мѣсяца спустя — большую за проектъ «ресторана». Обѣ эти работы сохранились.

1-го Января 1838-го г. Р. поступаетъ уже, оставивъ временно Академію, на коронную службу въ званіи «рисовальщика» въ чертежную коммисію по постройкѣ храма Спасителя въ Москвѣ. А. И., слѣдовательно, не дожилъ всего 43 дней до своего 50-лѣтняго юбилея.

Въ 39 году Р. снова возвращается къ академическимъ занятіямъ и получаетъ, не имѣя малой, прямо большую золотую медаль за проектъ «театральнаго училища», и званіе класснаго художника.

Въ 1840 году А. И. назначается «архитекторскимъ помощникомъ» въ вѣдомство Московской Дворцовой Конторы, къ главному архитектору по сооруженію новаго Кремлевскаго Дворца, Конст. Андреев. Тону. Тутъ онъ занимается до Іюля 1842 года и отправляется затѣмъ, 28-го Октября, въ качествѣ пансіонера Академіи, въ Италію, Испанію, Германію и Францію, гдѣ онъ пребываетъ до 19-го Апрѣля 1849 года, т. е. почти 7 лѣтъ.

Альбомъ съ прекрасно исполненными путевыми эскизами и рисунками свидѣтельствуетъ о заграничныхъ занятіяхъ Алекс. Ивановича. Виднѣйшая-же его работа, за это время, исполненная совмѣстно съ товарищами Кракау и Бенуа,—это съемка съ натуры *Орвіетскаго собора*, изданная въ 1877 году фирмою Морель въ Парижѣ, къ сожалѣнію, въ сокращенномъ видѣ.

Въ бытность въ Римѣ Императора Николая Павловича въ 1845 г., Р., съ тѣми-же товарищами, имѣлъ счастье поднести Императору альбомъ съ рисунками замѣчательнѣйшихъ Римскихъ средневѣковыхъ памятниковъ.

По возвращеніи въ Россію, въ 1850 году, министръ Двора, князь Волконскій, опредѣляетъ Резанова *старшимъ архитекторомъ* Департамента Удѣловъ. Тутъ А. И. прослужилъ до конца своей жизни, посвятивъ лучшіе годы хлопотливой и малоотрадной работѣ, состоявшей преимущественно въ повѣркѣ массы смѣтъ и въ поддержаніи подавляющаго количества разныхъ зданій удѣльныхъ имѣній, разбросанныхъ по всей Россійской Имперіи. Условія службы требовали постоянныхъ разъѣздовъ и дальнихъ, долгосрочныхъ путешествій. Этому обстоятельству слѣдуетъ приписать тотъ поражающій фактъ, что Р., при всемъ своемъ дарованіи и другихъ выдающихся качествахъ, почти вовсе не имѣлъ частной практики, по крайней мѣрѣ въ столицѣ. Правда, этому способствовало и то, что Р., по врожденной добротѣ и скромности своего безкорыстнаго характера, не хотѣлъ и не умѣлъ заискивать передъ людьми или хлопотать за себя. Не разъ онъ разсказывалъ намъ, ученикамъ и помощникамъ, что въ началѣ службы терпѣлъ нужду, перебивался съ трудомъ, не имѣя другой работы, кромѣ ремонта и «сотни верстъ заборовъ».

Но за то начальство къ нему благоволило и награждало его щедрою рукой. Покойный графъ Юл. Ив. Стенбокъ, предсѣдатель Департ. Удѣловъ, въ особенности покровительствовалъ Александру Ивановичу и любилъ его какъ друга.

Въ 1850 г. Академія Художествъ удостоила Р. званія «академика», а въ 1852 г.—званія «профессора архитектуры» за проектъ «Греко-Россійской церкви на кладбищѣ», съ возведеніемъ его въ чинъ надворнаго совѣтника.

Въ 1854 году А. И. поручено преподаваніе «строительнаго искусства и архитектурнаго черченія» въ землемѣрномъ училищѣ Департамента Удѣловъ. Въ 1857 году Р. назначенъ профессоромъ Академіи Художествъ по части строительнаго искусства; въ 1858 г. младшимъ членомъ строительной комиссіи Министерства Государственныхъ Имуществъ; въ 1864 г. — архитекторомъ Высочайшаго Двора.

8-го Мая 1871 года А. И. назначается *ректоромъ* архитектуры при Академіи Художествъ; 25-го Декабря 1872 г. *товарищемъ* К. А. Тона по постройкѣ храма Спасителя въ Москвѣ, а 2-го Мая 1881 г. главнымъ архитекторомъ этого виднѣйшаго, въ то время, сооруженія.

Преподавательская дѣятельность покойнаго распространялась не только на названныя выше два заведенія, но и на цѣлый рядъ учениковъ и пансіонеровъ, занимавшихся въ его мастерской на «Литейномъ дворѣ» Академіи Художествъ и любившихъ своего профессора, какъ отца.

Практика А. И. начинается, если не считать ремонтныхъ работъ по удѣльнымъ зданіямъ въ Красномъ Селѣ, Ропшѣ, Тайцахъ, Петергофѣ, Ревелѣ, Москвѣ, Ливадіи и др., съ перестройки, въ стилѣ Рококо, церкви въ Красномъ Селѣ. Къ концу 50-хъ годовъ, должно быть, относится и постройка или перестройка дома Пономарева въ Петербургѣ, о коей не имѣется ближайшихъ указаній. Затѣмъ, въ концѣ 50-хъ годовъ, А. И. строитъ въ Москвѣ *домъ-особнякъ* Солдатенкова въ греческомъ стилѣ. Изъ этого дома сохранились, между прочимъ, нѣсколько акварельныхъ рисунковъ, по которымъ можемъ судить о многосторонности, даровитости и техникѣ покойнаго. Въ началѣ 60-хъ годовъ А. И. перестраивалъ *барскій домъ* въ имѣніи графа Мих. Ник. Муравьева и строилъ тамъ же новую деревянную *церковь* въ русскомъ стилѣ по преданіямъ Тона. Иконостасъ однако этой церкви сработанъ въ формахъ болѣе свободныхъ.

Въ 1863 году А. И. начинаетъ постройку *часовни* во имя Св. Александра Невскаго въ Вильнѣ, по приглашенію также графа Муравьева. Часовня проектирована въ русскомъ стилѣ, свѣжо и своеобразно, безъ рабскаго подражанія историческимъ примѣрамъ. Посвящена она памяти воиновъ, павшихъ во время польскаго мятежа. Одновременно А. И. строитъ и возобновляетъ въ Вильнѣ еще *4 церкви* и еще одну *часовню*: Николаевскій соборъ въ стилѣ Рококо, Пречистинскій *соборъ*, *церковь* св. Николая Чудотворца съ *часовнею* Архистратига Михаила и *церковь* св. Параскевы—всѣ въ русскомъ стилѣ по мотивамъ, открытымъ подъ штукатуркой древней Никольской церкви въ Вильнѣ. Этотъ капитальнѣйшій трудъ А. И. приведенъ къ концу въ 1866-мъ году.

Въ 1865 году Резановъ придалъ *конференцъ-залу* Академіи Художествъ его нынѣшній видъ и построилъ отъ Департ. Уд. въ Красномъ Селѣ, послѣ пожара, нѣсколько деревянныхъ зданій, а именно: большую обѣденную *палатку*, *домъ* для иностранныхъ принцевъ и пословъ, 3 кавалерскихъ *дома*, водопроводное *зданіе*, желѣзную *кухню*, *прачешную* и проч. Стиль этихъ построекъ представляетъ, по примѣру существовавшихъ въ Красномъ Селѣ, подражаніе классической архитектурѣ.

Одновременно, также по порученію Депар. Уд. Р. построилъ деревянный *дворецъ* въ с. Бородино и *ферму*, состоящую изъ скотнаго двора, молочнаго домика, птичника, дома для рабочихъ и пр. въ имѣніи Ея Величества, *Ильинскомъ* подъ Москвою, въ русскомъ вкусѣ, съ богатыми рѣзными украшеніями.

Въ 1867 году А. И. возобновляетъ удѣльную *церковь* въ Царской Славянкѣ и начинаетъ единственную его видную постройку въ Петербургѣ — *дворецъ* Его Императорскаго Высочества Великаго Князя Владиміра Александровича на Дворцовой набережной. Всѣмъ извѣстное это сооруженіе, въ стилѣ Флорентинскихъ дворцовъ, окончено въ 1872 году. Кстати тутъ замѣчу, что число рисунковъ дворца, сохранившихся въ портфеляхъ покойнаго, доходитъ, не считая шаблоновъ въ натуральную величину, до 750 листовъ.

Въ 1868 году А. И. соорудилъ на кладбищѣ Александро-Невской Лавры *памятникъ* гр. Мих. Ник. Муравьеву, подражающій, въ общемъ, Александровской часовнѣ въ Вильнѣ. Въ этомъ-же году начата перестройка Императорскаго *дворца* въ Твери, въ стилѣ Лю-

довика XVI, и построена *ферма* въ удѣльномъ имѣніи Усово, за Москвой, съ богато отдѣланной столовой въ русскомъ вкусѣ.

Въ 1869 году, по порученію Деп. Уд. Р. перестраиваетъ «чайный домикъ» въ Дудергофѣ, строитъ мастерскія въ Красномъ Селѣ, а въ 1870 году — школу въ Ропшѣ и *церковь* въ селѣ Богославѣ за Кіевомъ. Около этого времени, должно быть, Александромъ Ивановичемъ и перестроенъ *домъ-особнякъ* гр. Ю. И. Стенбока въ Москвѣ въ стилѣ возрожденія.

Въ 1871 году построено Р. въ шестинедѣльный срокъ, *лѣтнее помѣщеніе* для покойной Императрицы на Эрикликѣ надъ Ливадіею.

Съ 1873 года на Р. возложено окончаніе постройки *храма* Спасителя въ Москвѣ, внутренность коего представляетъ образецъ безпримѣрной красоты, гармоніи и величія.

Въ 1874 году А. И. наблюдалъ за работами по Петергофской Гранильной *фабрикѣ*, перестраиваемой его помощникомъ Гуномъ.

Въ 1876 году Р. построилъ въ Москвѣ два *дома* К. С. Попову: пятиэтажный съ *пассажемъ* на Кузнецкомъ мосту, въ стилѣ возрожденія, и *домъ-особнякъ* на Смоленскомъ бульварѣ, въ греческомъ стилѣ.

Въ концѣ 70-хъ годовъ Р. отдѣлываетъ, построенную проф. Щуруповымъ вчернѣ *церковь* на Калашниковской пристани въ Петербургѣ, а въ 80-хъ гг. производитъ перестройки и отдѣлку въ *домѣ* Журавлева на Б. Московской улицѣ.

Александръ Ивановичъ былъ не только архитекторъ: онъ долженъ былъ по характеру своей службы въ Удѣльномъ, играть и роль инженера; онъ построилъ каменный *мостъ* въ имѣніи Вел. Кн. Михаила Николаевича, «Михайловкѣ»; строилъ и чинилъ мосты, шлюзы, плотины и водопроводы по всѣмъ удѣльнымъ имѣніямъ, надъ чѣмъ, нерѣдко самъ подтрунивалъ.

Къ сожалѣнію, масса проектовъ Александра Ивановича остались неосуществленными, многіе изъ нихъ даже не сохранились, или находятся въ разныхъ архивахъ и въ рукахъ частныхъ лицъ.

По академическимъ отчетамъ покойнаго значатся и находятся частью на лицо слѣдующіе проекты:

Дворецъ Вел. Кн. Николая Николаевича Старшаго, сработанный по конкурсу въ стилѣ возрожденія.

Храмъ Всѣхъ Святыхъ, начатый по конкурсному заданію памятника Тысячалѣтія Россіи и передѣланный впослѣдствіи для Петербурга.

Коломенскій *дворецъ*, въ русскомъ стилѣ, сработанный по конкурсу.

Два *дворца* для Августѣйшихъ сыновей въ С.-Петербургѣ, сработанные въ стилѣ возрожденія по конкурсу и удостоенные половины 1-ой преміи.

Коложанская *церковь* въ Гродно, выдержанная по мотивамъ Виленскихъ церквей.

Иконостасъ Д. Ст. Сов. Барыкову, въ русскомъ стилѣ.

Дарохранительница для графа Ю. Ив. Стенбока.

Памятникъ Воронину въ стилѣ Орвіетскаго собора.

Фонтанъ-памятникъ въ русскомъ стилѣ для площади въ Вильнѣ.

Часовня для лѣтняго сада въ Петербургѣ въ стилѣ Людовика XVI, сработанная по конкурсу.

Часовня для Ниццы, въ русскомъ стилѣ, сработанная по именному конкурсу,

Церковь Николы Мясницкаго въ Москвѣ.

Часовня Иверской Божіей Матери въ Москвѣ, въ русскомъ стилѣ.

Церковь для г. Вѣрнаго въ русскомъ стилѣ.

Церковь для Ташкента въ русскомъ стилѣ.

Городская дума для Москвы, въ русскомъ стилѣ, разработана въ двухъ разныхъ видахъ.

Кладбищенская *церковь* для Ливадіи, въ русскомъ стилѣ.

Загородный домъ для Гр. Юл. Ив. Стенбока, представляющій, единственную попытку А. И. смѣшать на фасадѣ разные стили.

Церковь для г. Солдатенкова въ с. Кунцово.

Склепъ—ему-же

Памятникъ Графу Киселеву въ Москвѣ.

Три загородныхъ *дома* для князя Шаховскаго-Глѣбова-Стрѣшнева.

Конкурсный эскизъ *храма* Воскресенья въ С.-Петербургѣ.

А. И. участвовалъ работами своими на нѣсколькихъ всемірн. и другихъ *выставкахъ*, за которыя получилъ различныя награды, а именно:

Въ *Парижѣ* въ 1866-мъ году отличенъ золотою медалью, и получилъ денежную награду въ 900 фр.

Въ *Москвѣ* въ 1872 году удостоенъ большой золотой медали; въ *Лондонѣ*, въ томъ-же году, получилъ благодарность; въ *Вѣнѣ* наконецъ, въ 1873 г. награжденъ медалью за искусство.

Много времени и труда Р. посвящалъ разнымъ *«комитетамъ»* и *«комиссіямъ»*; онъ былъ членомъ: Комитета по сооруженію *храма* Воскресенья въ Петербургѣ; комитета по возобновленію придворнаго Благовѣщенскаго *собора* въ Москвѣ; комитета по сооруженію въ Москвѣ *памятника* Императору Александру II; комиссіи по сооруженію памятника Императору Александру II въ С.-Петербургскомъ биржевомъ домѣ; комиссіи по постройкѣ *церкви* въ Гавани въ С.-Петербургѣ, и пр.

Начиная съ 70-хъ годовъ А. И. былъ избираемъ въ члены *жюри* почти всѣхъ болѣе или менѣе выдающихся конкурсовъ.

Всѣмъ извѣстно, чѣмъ обязано *СПб. Общество архитекторовъ* покойному своему предсѣдателю, стоявшему въ 70-мъ году у колыбели его; но немногіе только знаютъ, что А. И., въ недавно пережитую Обществомъ критическую минуту, спасъ его отъ разоренія и, быть можетъ, отъ окончательной гибели: онъ ссудилъ общество крупной суммой въ 4000 рублей, запретивъ говорить объ этомъ кому-бы то ни было.

Великія заслуги покойнаго на поприщѣ архитектурной и служебной дѣятельности были оцѣнены правительствомъ по достоинству. Не перечисляя длинный рядъ наградъ и знаковъ отличія, значущихся въ послужномъ спискѣ, напомню только, что А. И. дослужился, еще въ 1877 году, до Тайнаго Совѣтника, а въ 1883 году получилъ орденъ Св. Александра Невскаго.

В. Шретеръ.

Громоопасность зданій и условія правильнаго устройства громоотводовъ. *)

Почти во всѣхъ случаяхъ, когда, не смотря на присутствіе громоотвода, констатированы были случаи поврежденія молніями, причина заключалась въ явномъ отсутствіи удобопроводящей и несопротивляющейся по всей длинѣ отвода связи съ сырымъ грунтомъ или съ грунтовыми водами. Равнымъ образомъ цѣлый рядъ исключительныхъ случаевъ, когда громоотводы не вполнѣ отвѣчали своему назначенію (сравн. Gutachten der Königl. Sächsisch. technischen Deputation vom 5. Januar 1882 den Anschluss von Blitzableitern an städtische Gas- und Wasserleitungen) вызванъ былъ присутствіемъ въ данномъ мѣстѣ водо- и газопроводовъ, которые въ послѣднія десятилѣтія все болѣе и болѣе распространялись, но которые только въ самое послѣднее время стали соединять съ громоотводами. Такъ, напр., Гольцъ (Holtz. Blitzableiter, 1878) сообщаетъ о случаѣ удара молніи въ снабженную громоотводомъ, церковь св. Лаврентія въ Ицегое (Itzehoe) въ 1877 году, гдѣ молнія на значительномъ протяженіи слѣдовала по отводу, но затѣмъ разными окольными путями перескочила на газовую трубу, разрушивъ при этомъ стѣну въ ½ метра толщиной. Здѣсь громоотводъ оканчивался въ ямѣ, заполненной углемъ. Церковь св. Николая въ Штральзундѣ (Stralsund) многократно была поражаема молніями, причемъ громоотводъ представлялъ всегда надлежащую защиту. Однако, въ 1859 году молнія расплавила проводъ въ двухъ мѣстахъ, близъ поверхности земли. Причиною этому оказался, расположенный по близости громоотвода газопроводъ, на который, очевидно, и перескочила молнія. Церковь св. Николая въ Фленсбургѣ (Berichte über Blitzschläge Folge 1, ст. 121. Также Neesen Elektrotechn. Zeitschr. 1881, ст. 448) поражена была молніей 4-го августа 1879 года. Тутъ послѣдовалъ переходъ изъ, безукоризненнаго на видъ, громоотвода на газопроводныя трубы зданія школы, соприкасающагося непосредственно съ церковью. Сюда также можно отнести случаи удара молній, о которыхъ говоритъ Мельсенсъ (Melsens. Des Paratonnerres, ст. 50), именно первый въ церковь въ Жемаппъ въ 1872 году (Jemappes) и второй въ церковь въ НьюГевенъ (New-Haven) гдѣ, отъ хорошихъ громоотводовъ, послѣдовали боковыя разряженія къ сосѣднимъ газопроводамъ. Точное исполненіе предписаній, выведенныхъ на основаніи этихъ или подобныхъ имъ случаевъ, а именно—чтобы проводныя трубы всякаго

---

*) Въ № 3 и 4 „Зодчаго" на стран. 31 графа, 1 строка 5—7 снизу. вмѣсто: „Посредствомъ бумажнаго змѣя, въ шнурокъ котораго вплетена был а проволока; молніей прошедшей по этому проводу Р. какъ извѣстно был ъ убитъ", слѣдуетъ читать: „Молніею прошедшей по устроенному им ъ проводу Рихманъ, какъ извѣстно, былъ убитъ. Рома производилъ сво и опыты при помощи бумажнаго змѣя въ шнурокъ котораго вплетена был а проволока".

рода связывать съ громоотводомъ, въ будущемъ поведетъ, вѣроятно, къ устраненію подобнаго рода боковыхъ разряженій. Согласно сообщенію Карстена (G. Karsten. Gemeinfassliche Bemerkungen ст. 50) громоотводъ на мельницѣ въ Брокштедтѣ (Brockstedt) въ Голштиніи, которая была поражена молніей 19-го мая 1878 года, оказался недостаточно предохраняющимъ въ извѣстномъ лишь направленіи. Въ виду приближающейся грозы мельникъ занятъ былъ устраненіемъ изъ крыльевъ бурныхъ маховъ, причемъ одно изъ перьевъ на крылѣ стояло вертикально, острымъ концомъ вверхъ, на $1\frac{1}{2}$ метра выше наконечника громоотвода. Молнія ударила въ стоящее вертикально перо, разрушила его до высоты начала наконечника громоотвода, затѣмъ перешла на послѣдній и по немъ безъ вреда прошла въ землю; мельникъ остался невредимъ. Тутъ, слѣдовательно, пріемный стержень громоотвода оказался слишкомъ короткимъ для случая, когда крылья мельницы стояли вертикально, между тѣмъ какъ для обыкновеннаго положенія креста крыльевъ (ножницеобразнаго), громоотводъ оказался-бы вполнѣ удовлетворительнымъ *).

Ко всѣмъ этимъ добытымъ на основаніи опытовъ, фактическимъ доказательствамъ, можно причислить еще многочисленные отзывы, высказанные компетентными наблюдателями, на основаніи которыхъ невозможно уже теперь сомнѣваться въ пользѣ громоотводовъ.

И такъ, въ мнѣніи, высказанномъ 5-го августа 1880 года, коммисіей, назначенной королевско-прусской академіей наукъ и состоящей изъ гг. ф. Гельмгольца, Кирхгоффа, Сименса (v. Helmholtz, Kirchhoff, Siemens) говорится: «что раціонально устроенные громоотводы, если не безусловно, то во всякомъ случаѣ въ весьма значительной степени устраняютъ грозоопасность для снабженныхъ ими зданій—это фактъ, подтвержденный опытами цѣлаго столѣтія и едва ли нуждающійся въ дальнѣйшемъ доказательствѣ. Рѣдкіе случаи поврежденія молніями зданій, снабженныхъ громоотводами, нисколько не могутъ поколебать это положеніе, такъ какъ во всѣхъ подобныхъ случаяхъ устройство громоотводовъ было неправильное, причемъ даже и эти неправильно устроенные громоотводы все-таки, частнымъ по нимъ разряженіемъ, до извѣстной степени уменьшали громоопасность снабженныхъ ими зданій. Что касается вопроса наилучшей системы устройства громоотводовъ и такой, которую можно еще считать удовлетворительной, то взгляды могутъ быть различны... но все-таки научное основаніе конструкціи громоотводовъ вполнѣ выяснено и, конечно, было-бы неосновательно отказываться отъ явной защиты громоотводами, только изъ-за того, что имѣются еще сомнѣнія насчетъ наилучшей конструкціи ихъ деталей».

Охрана, доставляемая зданію громоотводомъ, по преимуществу заключается въ томъ, что ударъ молніи, попадающій въ зданіе, проводится отводомъ безвредно въ землю. Обстоятельство это имѣетъ мѣсто тогда, когда громоотводъ, какъ по положенію, такъ и по удобопроводимости своей превосходитъ всякій другой путь, ведущій сквозь зданіе до мѣста разряженія въ несопротивляющейся средѣ, влажной почвѣ, либо въ грунтовой водѣ.

Другое, предохраняющее дѣйствіе громоотводовъ приписывается обыкновенно медленному истеканію электричества, основанному на свойствѣ остроконечія, вслѣдствіе чего, при извѣстныхъ условіяхъ, ударъ молніи можетъ быть, вообще, предотвращенъ. Относительно величины этого второстепеннаго дѣйствія покуда не достигнуто еще единогласія между всѣми компетентными наблюдателями.

Встрѣчаемое часто возраженіе, что будто никогда нельзя знать правильно-ли устроенъ громоотводъ и, вслѣдствіе того, якобы лучше вполнѣ отказаться отъ него, нежели подвергаться риску, что вслѣдствіе возможности неправильнаго устройства, увеличится еще опасность удара молніи, лишено значенія и можетъ быть принято во вниманіе лишь въ частныхъ случаяхъ, которые будутъ нами разобраны ниже въ § 7 d.

4. Общія свойства раціонально устроеннаго громоотвода.

Три существенныя части громоотвода, а именно — подземная часть, проводникъ и пріемныя штанги или стержни должны составлять одну сплошную, между собой металлически связанную, систему.

Подземная часть должна находиться въ возможно тѣсной, значительной по размѣрамъ и, вообще, по возможно-

---

*) Кромѣ того, приводимъ нѣкоторыя свѣдѣнія относительно ударовъ молній въ пороховые заводы и погреба.

Въ 1557 году молнія ударила въ пороховую башню (Gasthurm) въ Цюрихѣ, но порохъ не зажгла, хотя, какъ говорятъ, тотчасъ послѣ удара замѣтенъ былъ дымъ.

Въ 1652 году молнія вторично ударила въ эту башню и взорвала ее, въ то время тамъ хранилось пороху 423 центнера.

Въ 1755 году молнія поразила пороховой магазинъ близъ Руана, раздробила въ мелкія щепки двѣ наполненныя порохомъ бочки, но порохъ, котораго тамъ было 800 бочекъ, не загорѣлся.

Въ Малагѣ молнія ударила и взорвала пороховой магазинъ, изъ котораго, впрочемъ, большая часть пороха передъ тѣмъ была вывезена.

Въ 1769 году молнія ударила въ башню св. Назара въ Бресчіи (Brescia) и проникла въ подземный погребъ, гдѣ хранилось 1.000.000 килогр. пороху, принадлежавшаго Венеціанской республикѣ. Отъ страшнаго взрыва разрушилась шестая часть города и все остальное угрожало паденіемъ. При этомъ погибло 3000 человѣкъ и понесено убытку на 16.000.000 франк.

Въ 1775 году молнія ударила въ флюгеръ башни св. Секунда въ Венеціи, сорвала полки и уронила ящики съ порохомъ въ пороховомъ магазинѣ, но ничего не зажгла.

Въ 1777 году молнія ударила въ зданіе артиллерійской коллегіи въ Пурфлитѣ (Purfleet), прилегающее къ пяти большимъ пороховымъ погребамъ. На это зданіе было обращено особенное вниманіе англійской коммисіи громоотводовъ (1772 г.), въ которой самъ Франклинъ былъ членомъ, но какъ оказалось впослѣдствіи, въ устройствѣ его было сдѣлано много недосмотровъ. Ударъ воспослѣдовалъ на желѣзную скобу, находившуюся подъ кровлей въ разстояніи 46 футовъ отъ громоотвода, не нанеся дальнѣйшаго вреда зданію. По изслѣдованіи оказалось, что остріе стержня было испорчено и что въ проводникѣ были перерывы.

Въ 1782 году молнія ударила въ громоотводъ одного изъ пороховыхъ магазиновъ близъ Гроссглогау (въ Силезіи), пошла по проводнику въ колодецъ глубиною въ 23 фута, въ которомъ было на 8 футовъ воды. Поврежденій никакихъ не оказалось, но свѣтъ былъ виденъ издалека и сотрясеніе было такъ сильно, что стоявшій невдалекѣ караулъ былъ оглушенъ на короткое время.

Въ 1785 году, взрывомъ, происшедшимъ отъ молніи, взорвало пороховой погребъ въ Танжерѣ и большую часть домовъ, вблизи его находившихся.

Въ 1788 году молнія попала въ громоотводъ пороховой башни на островѣ Амакѣ, близъ Копенгагена, причемъ разрушила мѣдный золоченый шаръ, которымъ вверху оканчивался стержень громоотвода.

Въ 1807 году взорвало молніей Люксембургскій пороховой магазинъ съ запасомъ пороха въ 13.000 килограммовъ. Нижняя часть города превратилась въ груду развалинъ.

Въ 1808 году взорвало магазинъ снарядовъ форта Санъ-Андреа-дель-Лидо (Saint Andreas del Lido) въ Венеціи, причемъ разрушило казарму часоваго и стѣну люнета и повредило другую казарму.

Въ 1821 году Байонскій пороховой магазинъ подвергся удару молніи, которая упала на громоотводъ и расплавила его остріе на протяженіи $\frac{1}{2}$ дюйма. Кровля этого магазина покрыта свинцовыми листами, соединенными между собой и со стержнемъ громоотвода, имѣющимъ $21^{3}/_{4}$ фута длины; діаметръ проводника былъ нѣсколько болѣе 1 дюйма, слѣдовательно, размѣры его были достаточны для всякаго случая. У подошвы зданія проводникъ загибался, шелъ горизонтально на деревянныхъ подставкахъ въ разстояніи 33 футовъ отъ стѣны и потомъ опускался въ яму, одѣтую камнемъ на всѣхъ четырехъ бокахъ и наполненную углемъ болѣе чѣмъ на 3 фута, считая отъ дна ямы. Для лучшаго соприкосновенія между углемъ и почвою нижнія части боковыхъ стѣнъ ямы имѣли сквозные своды, а для прикосновенія угля съ проводникомъ этотъ послѣдній имѣлъ нѣсколько развѣтвленій; уголь засыпанъ былъ землею, которая прикрыта была плитами.

Мы съ намѣреніемъ останавливаемся на подробномъ описаніи частей этого проводника, потому что обстоятельства удара молніи въ Байонскій пороховой погребъ были очень хорошо изслѣдованы и объяснены физическимъ отдѣленіемъ парижской академіи наукъ. Коммисія нашла явные признаки электрическаго разряженія на свинцовомъ листѣ, покрывавшемъ выступъ близъ громоотвода и на 5-ти деревянныхъ подставкахъ, на которыхъ лежала нижняя часть проводника. Въ этой нижней части и находилась причина несовершенства Байонскаго громоотвода. Проводникъ вмѣсто того, чтобы быть зарытымъ въ землю, былъ, напротивъ, проведенъ надъ землею, да еще вдобавокъ на деревянныхъ столбахъ, то есть дурныхъ проводникахъ электричества; поэтому число точекъ соприкосновенія проводника съ землею было крайне недостаточно. Къ этому надо прибавить слишкомъ малое погруженіе въ уголь, который въ довершеніе всего оказался дурнаго качества; это не былъ сильно прокаленный уголь, который представляетъ гораздо менѣе сопротивленія электричеству чѣмъ какой-нибудь другой. Оттого электричество пошло не только по одному проводнику, но частью по деревяннымъ столбамъ и по стѣнѣ.

Въ іюнѣ 1862 года молнія ударила въ громоотводъ пороховаго погреба 5-го бастіона Бетюнскаго форта (въ департаментѣ Pas de Calais) не нанеся никакого вреда. Тщательный осмотръ всѣхъ частей громоотвода, произведенный на другой день, не открылъ никакихъ слѣдовъ прохожденія молніи.

Французскій военный министръ по этому случаю обратился въ академію наукъ съ вопросомъ относительно дополненій или измѣненій, которыя, можетъ быть, слѣдуетъ ввести въ инструкцію, составленную первой коммисіей громоотводовъ въ 1823 году; желаніе министра основывалось на томъ, что вторая коммисія 1854 года сочла нужнымъ усилить нѣкоторыя мѣры предосторожности для громоотводовъ вообще, но не упоминала особенно о пороховыхъ погребахъ.

Вслѣдствіе того, собрана была новая коммисія, то есть третья по очереди, изъ слѣдующихъ лицъ: Беккерель, Пулье, Бобине, Дюгамель, Депре, Физо, Реньо и маршалъ Вальянъ. Собраны были новыя свѣдѣнія объ устройствѣ бетюнскаго громоотвода, причемъ оказалось, что всѣ наружныя части его были въ хорошемъ состояніи, а подземная была погружена въ воду на $2\frac{1}{2}$ фута. Но уровень воды колодца былъ выше уровня воды сосѣдняго рва на $1\frac{1}{2}$ фута, и если предположить между ними сообщеніе, то, значитъ, въ колодцѣ могло иногда оставаться воды только 1 футъ съ небольшимъ; поэтому было признано за необходимое углубить колодецъ настолько, чтобы при самомъ низкомъ уровнѣ глубина воды была болѣе 3 футовъ. Затѣмъ коммисія совѣтуетъ обратить особенное вниманіе на развѣтвленіе нижней части проводниковъ, то есть на то, чтобы поверхность соприкосновенія проводника съ почвой или съ водой была какъ можно болѣе.

сти несопротивляющейся связи съ значительными по размѣрамъ удобопроводящими почвенными массами (грунтовыя или открытыя воды).

Пріемные стержни должны превышать самыя высокія части зданія и господствовать надъ ними такимъ образомъ, чтобы ближайшій путь отъ облаковъ до зданія, постоянно прежде всего велъ по громоотводу.

Проводникъ долженъ представлять собою связь между пріемными стержнями и подземной частью, которая по разстоянію и удобопроводимости была-бы для молніи предпочтительнѣе всякаго другаго пути сквозь зданіе. Насколько это возможно согласовать съ указаннымъ правиломъ, проводникъ долженъ быть расположенъ, или собственно соединенъ съ металлическими конструктивными частями зданія такимъ образомъ, чтобы, съ одной стороны имъ покрыты были всѣ выступающіе углы зданія, съ другой-же такъ, чтобы исключить возможность проявленія индуктивныхъ дѣйствій и боковыхъ разряженій.

Абсолютную гарантію доставилъ-бы такой громоотводъ, который обнималъ-бы собой металлически все зданіе и въ то же время находился-бы въ возможно несопротивляющейся связи съ значительными удобопроводящими массами почвы и съ металлическими массами, ведущими во внутрь зданія.

Такъ какъ идеальное устройство такого громоотвода обыкновенно невозможно и къ тому-же было-бы слишкомъ дорого, то довольствуются выполненіемъ приведенныхъ выше требованій лишь настолько приблизительно, чтобы, согласно опытамъ, пріобрѣтеннымъ понынѣ, невозможно было разсчитывать на поврежденіе отъ удара молніи.

5. Системы громоотводовъ Ге-Люссака и Мельсенса.

Устройства удовлетворительнаго громоотвода, по извѣстнымъ донынѣ опытамъ, можно достигнуть:

а) на основаніи предписаній, данныхъ отчасти самимъ Франклиномъ, отчасти-же Эппомъ, Геммеромъ, Реймарусомъ, Имгофомъ и др. (Epp, Hemmer, Reimarus, Imhof), которыя въ 1823 году разработаны были Ге-Люссакомъ въ систему, опубликованную парижской академіей наукъ. Система эта характеризуется тѣмъ, что зданія снабжаются однимъ или нѣсколькими, но отличающимися значительной вышиной пріемными стержнями. Отъ нихъ ведутъ также одинъ или нѣсколько, но сильныхъ проводовъ и обыкновенно лишь въ одно мѣсто, именно къ грунтовымъ, находящимся подъ зданіемъ, или въ его близости водамъ, съ которыми отыскиваютъ возможно удобопроводящее сообщеніе посредствомъ большихъ и просторныхъ стволдныхъ пластинъ земнаго провода.

b) На основаніи системы, примѣненной и рекомендованной Мельсеномъ (Melsens) въ Брюсселѣ. Она характеризуется возможнымъ умноженіемъ отдѣльныхъ частей громоотвода, вслѣдствіе чего достигается болѣе надежная защита выступающихъ частей зданія, а также раздробленіе удара молніи, что, въ свою очередь, даетъ возможность примѣнить для устройства громоотвода болѣе удобныя для производства и менѣе массивныя части. Пріемные стержни замѣнены у Мельсенса короткими, но многочисленными остроконечными пучками, проводникъ идетъ внизъ въ видѣ многочисленныхъ, обхватывающихъ всѣ части зданія тяжей; сообщенія-же съ почвой стараются достигнуть либо со всѣхъ сторонъ зданія, либо связью громоотвода съ обширной и далеко развѣтвленной системой газо- или водопроводовъ. Громоотводъ Мельсенса можно, слѣдовательно, уподобить металлической сѣткѣ, обхватывающей собой все зданіе, если сообщеніе сѣти ведущихъ проволокъ съ почвенной влагою является несопротивляющимся на всемъ своемъ протяженіи.

Покуда не имѣется еще достаточнаго количества опытовъ, чтобы возможно было рѣшительно высказаться въ пользу системы Мельсенса по сравненію съ болѣе древней системой Ге-Люссака, которая при правильномъ устройствѣ тоже вполнѣ надежна.

Во всякомъ случаѣ извѣстны примѣры, когда зданія, снабженныя Ге-Люссаковыми громоотводами, были повреждаемы молніями. Къ нимъ относятся: случай удара молніи въ церковь св. Креста въ Икселль (St. Croix Ixelles, Melsens Paraton. Notes et Comm. ст. 59) 3 іюля 1874 года, ударъ въ церковь въ Фленсбургѣ (Berichte über Blitzschläge in der Provinz Schleswig-Holstein, Folge I, ст. 121), въ зданіе школы въ Фицбекѣ (Fitzbeck-Berichte u. B. i. d. P. Schleswig-Holstein Folge 3, ст. 11); въ зданіе школы въ Эльмсгорнѣ (Elmshorn); въ церковь въ Гардингѣ (Garding. G. Karsten. Ueber Blitzableiter und Blitzschläge u. s. w. 1877). Но всѣ приведенные случаи указываютъ лишь на то, что инструкція парижской академіи наукъ нуждается, при извѣстнаго рода условіяхъ, въ пополненіи. А именно, когда вслѣдствіе особенныхъ мѣстныхъ условій, или-же вслѣдствіе неправильной конструкціи, вполнѣ удовлетворительное соединеніе громоотвода съ проводящими массами земли достигнуто лишь приблизительно, то тогда легко можетъ произойти развѣтвленіе молніи, либо по направленію металлическихъ частей, либо сырыхъ частей стѣнъ зданія, либо ближайшей влажной почвы, ближайшихъ деревьевъ, либо, наконецъ, вообще къ такимъ частямъ, гдѣ только является возможность, хотя и менѣе удобнаго, перехода разряжающагося тока въ землю.

Недостатокъ этотъ можетъ быть устраненъ не только правильнымъ устройствомъ подземной части, но также и правильнымъ развѣтвленіемъ громоотвода къ такимъ частямъ зданія, которымъ можетъ угрожать опасность отъ указанныхъ боковыхъ разряженій. Этого можно достигнуть, напримѣръ, по способу В. Сименса (W. Siemens) проложеніемъ въ землѣ вокругъ всего зданія проволочнаго каната, соединеннаго со всѣми громоотводами зданія.

Равнымъ образомъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда нельзя достигнуть правильнаго и вполнѣ надежнаго устройства подземной части, особенно пригоднымъ является умноженіе и раздѣленіе проводовъ по системѣ Мельсенса, но при непремѣнномъ условіи, чтобы всѣ проложенные въ землѣ проводы сообщались между собой проводниками и чтобы, во всякомъ случаѣ, сумма всѣхъ сопротивленій въ проводахъ и развѣтвленіяхъ доведена была до возможнаго минимума.

Въ мѣстахъ, гдѣ имѣется несомнѣнно правильный землепроводъ, какъ система Мельсенса, такъ и Ге-Люссака представляютъ надлежащую защиту, и тогда выборъ между ними сводится къ вопросу стоимости или-же зависитъ чисто отъ архитектурныхъ соображеній.

Стоимость устройства громоотвода по системѣ Ге-Люссака можетъ быть значительно уменьшена, если устранить непомѣрно высокіе пріемные стержни, установка коихъ обыкновенно сопряжена съ значительными затрудненіями, а также вызолоченные или снабженные платиновыми иглами наконечники, польза коихъ весьма сомнительна. Можно также понизить и стоимость устройства громоотводовъ по системѣ Мельсенса, если вмѣсто пучкообразныхъ наконечниковъ, коихъ цѣлесообразность также еще не вполнѣ доказана, употребить въ дѣло простыя жала. Преимуществу легкой прокладки тонкихъ проводовъ Мельсенса можно противупоставить, въ видѣ недостатка, болѣе значительное ихъ количество, а также большій расходъ матеріала. Уменьшеніе-же поперечнаго сѣченія проводовъ въ зависимости отъ ихъ количества не является раціональнымъ. Напротивъ, можно совѣтовать, никогда не примѣнять отдѣльныхъ проводовъ по толщинѣ менѣе минимальныхъ размѣровъ, которые указаны будутъ ниже въ § 9 с.

Что-же касается архитектурныхъ соображеній, то мнѣнія объ этомъ могутъ быть сведены къ тому, насколько болѣе или менѣе высокіе пріемные стержни украшаютъ или безобразятъ зданіе. Впрочемъ, при системѣ Мельсенса, легче примѣнять и другія, болѣе подходящія къ стилю зданія формы наконечниковъ.

Относительно этого вопроса нужно замѣтить, что старыя формы громоотводовъ можно преобразовывать на систему Мельсенса въ такихъ лишь случаяхъ, когда по свойству мѣстности нельзя достигнуть незначительнаго сопротивленія почвы; однако, при этомъ на первый планъ всегда нужно ставить возможное уменьшеніе суммы всѣхъ внутреннихъ сопротивленій, а также то условіе, чтобы всякая молнія, могущая попасть на выступающую часть зданія, находила тамъ проводъ съ поперечнымъ сѣченіемъ, соотвѣтствующимъ минимальнымъ размѣрамъ, приведеннымъ ниже въ § 9, с на всемъ его протяженіи.

6. Сообразованіе всякаго устройства съ мѣстными условіями.

Во избѣжаніе излишняго увеличенія размѣровъ частей и, сопряженнаго съ этимъ, увеличенія расходовъ по устройству, но желая въ то же время достигнуть вполнѣ надежнаго устройства громоотвода, для каждаго отдѣльнаго случая необходимо умѣлое и правильное изслѣдованіе мѣстныхъ условій. По преимуществу это необходимо тамъ, гдѣ мѣстныя условія, по какимъ-либо причинамъ, усложняются. Что-же касается болѣе простыхъ мѣстныхъ условій, то нижеслѣдующія нормы могутъ служить вполнѣ надежнымъ пособіемъ при сооруженіи на основаніи ихъ цѣлесообразнаго устройства громоотвода, для интеллигентныхъ, даже и не приготовленныхъ спеціально по физикѣ заводчиковъ и ремесленниковъ.

Особыя указанія и совѣты.

7. Общее расположеніе всего устройства.

Раціональное рѣшеніе этой задачи, вообще, составляетъ самую существенную, но вмѣстѣ съ тѣмъ и самую отвѣтственную часть по конструкціи громоотвода. Обыкновенно при этомъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ.

а) Отыскиваютъ такъ называемыя мѣста разряженія, т. е. такія мѣста почвы, къ которымъ, вѣроятно, направится разряженіе молніи и которыя должны быть сообщены съ громоотводомъ. Для этого придерживаются слѣдующихъ нормъ:

Въ числѣ такихъ мѣстъ разряженія на первый планъ выступаютъ: грунтовыя воды, стоячія или проточныя воды, газо и водопроводныя трубы, желѣзные насосы, если только они не углублены въ цементированные, или, вообще, каменные бассейны, почва съ обильнымъ стокомъ грязныхъ водъ, подземные водные слои; второе мѣсто занимаютъ: мѣста стока водосточныхъ трубъ, помойныхъ трубъ, а также и такія части земной поверхности, которыя постоянно покрыты травой, цвѣтами, овощами или кустами. Найденныя мѣста разряженія первостепенной важности, нужно по возможности привести въ удобопроводящую связь съ громоотводомъ.

Если непосредственно вблизи зданія находится стоячая, или въ обильномъ количествѣ проточная вода, или-же, въ городахъ, система водопроводныхъ или газопроводныхъ трубъ, къ коимъ можно достигнуть, то къ нимъ непремѣнно нужно направить главный отводъ громоотвода (с f § 10). Въ противномъ случаѣ нужно будетъ обратить вниманіе на грунтовыя воды, стараться достигнуть ихъ и помѣстить конечныя отводныя пластины громоотвода въ слои земли, пропитанные ими постоянно и обильно.

Собственно къ грунтовымъ водамъ проникаютъ лишь въ плоскихъ, песчаныхъ мѣстностяхъ, гдѣ уровень грунтовыхъ водъ обыкновенно находится на разстояніи нѣсколькихъ аршинъ отъ поверхности земли. Въ такомъ мѣстѣ легко вырыть особенную яму, такъ, чтобы даже при самомъ низкомъ уровнѣ грунтовыхъ водъ, онѣ достигали въ ней глубины 1 метра, и помѣстить туда плоскую (но никакъ не свернутую!) конечную отводную пластину, надлежащимъ образомъ связанную съ проводомъ. Въ мѣстностяхъ, гдѣ преобладаетъ плотная почва (суглинокъ, глина) рѣдко можно достигнуть собственно грунтовыхъ водъ. Если въ этомъ случаѣ явится возможность достигнуть прочнаго глубокаго колодца съ высокимъ уровнемъ воды въ нѣсколько метровъ, то въ него смѣло можно погрузить желѣзныя отводныя пластины съ желѣзными-же проводами. Погруженіе въ колодцы мѣдныхъ пластинъ и проводовъ обыкновенно избѣгается на основаніи санитарныхъ условій. Если-же не имѣется въ распоряженіи колодца, то чаще всего, самаго лучшаго и дешеваго сообщенія съ землей можно достигнуть погруженіемъ въ почву до приличной глубины желѣзной трубы (абиссинскаго колодца).

Можетъ также случиться, что въ извѣстномъ мѣстѣ буреніе обнаруживаетъ на различныхъ глубинахъ верхніе и нижніе слои воды, раздѣленные другъ отъ друга плохо проводящими слоями почвы и представляющими посему различной величины сопротивленія. Если въ такихъ случаяхъ верхній слой воды является хорошимъ и сплоченнымъ проводникомъ, то на нижній ея слой можно вовсе не обращать вниманія. Но если проводящая способность верхняго слоя недостаточна, то громоотводъ слѣдуетъ довести до нижняго слоя.

Если главныя мѣста разряженія правильно соединены съ громоотводомъ, то на второстепенныя — можно не обращать вниманія.

Если нѣтъ въ распоряженіи такихъ первоклассныхъ мѣстъ разряженія, напримѣръ, если ни прямо, ни косвенно нельзя достигнуть грунтовыхъ водъ или открытыхъ вмѣстилищъ воды, то конечные земные проводы слѣдуетъ примыкать въ второстепенныхъ мѣстахъ разряженія, но въ такомъ случаѣ нужно ихъ всѣ соединить хорошими проводниками надъ или подъ землею.

При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что сырыя и болотистыя мѣста на поверхности земли могутъ, въ зависимости отъ временъ года, высыхать или замерзать, и вслѣдствіе того подчасъ вполнѣ отказывать въ своихъ услугахъ. Вслѣдствіе этого нельзя приводить конечный земной проводъ лишь къ такимъ сомнительнымъ, поверхностнымъ мѣстамъ, но все-таки на нихъ должно обращать вниманіе въ томъ отношеніи, что вблизи ихъ конечные земные проводы располагаются въ видѣ отогнутыхъ въ стороны проволокъ, но по возможности глубже и въ постоянно влажный слой почвы. При этомъ всегда нужно придерживаться того основнаго правила, что конечныя отводныя пластины, находящіяся въ соприкосновеніи съ почвой должны быть тѣмъ обширнѣе, чѣмъ менѣе содержится воды въ данной почвѣ.

Количество земныхъ проводовъ зависитъ отъ размѣровъ зданій, отъ удобства и качества имѣющихся мѣстъ разряженія и отъ расположенія воздушныхъ частей отвода (сравни с). Чѣмъ менѣе углублены въ почву мѣста разряженія, тѣмъ многочисленнѣе, обыкновенно, должно быть количество подземныхъ частей. Въ такихъ случаяхъ слѣдовало-бы также оканчивать подземныя части либо значительными по длинѣ, либо развѣтвляющимися проволочными канатами.

Одного земнаго провода достаточно, обыкновенно, лишь тогда, когда при ничтожномъ сопротивленіи онъ можетъ быть доведенъ до первокласснаго мѣста разряженія и когда въ то же время зданіе не слишкомъ простирается въ стороны.

Системы домовъ—тамъ гдѣ это возможно—должны быть покрыты одной общей сѣтью громоотвода.

b) Размѣщеніе пріемныхъ стержней. Хотя нельзя вывести вполнѣ точныхъ указаній о томъ, насколько пріемный стержень защищаетъ окружающую мѣстность въ смыслѣ указанномъ въ § 4, но для болѣе яснаго уразумѣнія нижеслѣдующаго подъ словомъ защищаемое стержнемъ пространство будемъ понимать часть коническаго пространства, вершина котораго совпадаетъ съ вершиною громоотвода. И, смотря по тому, въ какомъ отношеніи находится радіусъ основанія конуса къ его высотѣ, напримѣръ: 1 : 1 ; 1.5 : 1; 2:1;3:1;4:1 будемъ обозначать защищаемое пространство: единичнымъ, полуторнымъ, двойнымъ, тройнымъ, четвернымъ.

Пріемные стержни должны быть размѣщены такъ, чтобы всѣ точки зданія находились въ защищаемомъ ими пространствѣ; послѣднее должно предполагаться тѣмъ меньше, чѣмъ эти точки расположены выше и чѣмъ болѣе онѣ, вообще, выступаютъ относительно зданія. Какъ приблизительный масштабъ для правильнаго въ этомъ отношеніи размѣщенія служатъ слѣдующія правила, составляющія среднія нормы, взятыя изъ практики, а также изъ обязательныхъ предписаній для различныхъ странъ.

Длина пріемнаго стержня должна быть отъ 2 до 4 метровъ. Болѣе высокіе стержни должны быть предпочитаемы всюду тамъ, гдѣ нѣтъ затрудненій въ ихъ прикрѣпленіи, или-же препятствій въ архитектурномъ отношеніи.

Всѣ, даже наивыше расположенные, углы зданія должны находиться въ единичномъ и никакъ не менѣе какъ въ полуторномъ пространствѣ защиты стержня. Для значительно ниже расположенныхъ угловъ достаточно 2,5 пространства защиты.

Всѣ, даже наивыше расположенныя, ребра зданія должны лежать еще въ двойномъ пространствѣ защиты стержня. Для значительно ниже расположенныхъ реберъ достаточно и тройное пространство защиты.

Всѣ точки, даже наивыше расположенныхъ, плоскостей (крышъ) должны находиться еще въ тройномъ пространствѣ защиты стержня, или по меньшей мѣрѣ въ четверномъ, если онѣ въ то же время покрыты воздушной частью отвода.

Если установка пріемныхъ стержней для нѣкоторыхъ отдѣльныхъ мѣстъ зданія сопряжена съ особенными затрудненіями, то таковыя части можно обезопасить, проложивъ надъ ними проводникъ.

Всѣ находящіяся вверху меньшія, но выступающія вверхъ части зданія, напримѣръ: трубы, башни и пр., должны заключаться въ единичномъ пространствѣ защиты стержня, или-же быть покрыты проводниками.

Если такія части сами-по-себѣ металлическія, какъ напримѣръ: желѣзныя трубы, флюгарки и пр., то обыкновенно ихъ прямо (безъ посредства стержней) можно соединить съ громоотводомъ.

с) Воздушная часть провода должна составлять возможно кратчайшій путь сообщенія между пріемными стержнями и земной частью отвода, но въ то же время по возможности должна быть проложена такъ, чтобы она покрывала собою всѣ выступающія или возвышающіяся части зданія.

Если отдѣльныя части зданія, напримѣръ трубы, вершины башенъ и пр., требуютъ особенной защиты, то ведутъ отъ главной боковую вѣтвь до вершины соотвѣтственнаго мѣста и тамъ оканчиваютъ ее короткимъ пріемнымъ стержнемъ, металлическимъ кольцомъ, или другимъ, подобнаго рода, утолщеніемъ.

Во всякомъ случаѣ всѣ части проводника должны находиться между собой въ металлической связи. Въ особенности пріемные стержни должны быть соединены между собой, по возможности, расположеннымъ вдоль конька крыши, проводомъ. Кромѣ того, если всѣ пріемные стержни и защищающіе проводники надлежащимъ образомъ соединены съ однимъ или нѣсколькими земными проводами незначительнаго сопротивленія, каковы газо или водопроводныя сѣти трубъ, или съ достаточно большими отводными металлическими пла-

стинами, расположенными въ грунтовой водѣ, тогда нѣтъ необходимости надъ почвой или въ почвѣ устраивать взаимную связь между всѣми нижними частями отвода, расположенными въ почвѣ.

d) Соединеніе съ металлическими предметами. Значительныя массы металловъ въ своихъ, выступающихъ наружу точкахъ, должны быть, по возможности, приводимы въ сообщеніе съ громоотводомъ. Въ особенности это должно дѣлать всегда, когда они проходятъ черезъ все зданіе отъ его высшихъ частей къ низшимъ, какъ напримѣръ: газо и водопроводы, длинныя, металлическія водосточныя трубы, металлическія крыши, желѣзныя лѣстницы, желѣзныя колонны или подпоры, достигающія высшихъ частей зданія.

Чѣмъ болѣе обособлены такіе металлическіе предметы, чѣмъ болѣе они помѣщены внутри зданія, чѣмъ болѣе они изолированы отъ земли и чѣмъ болѣе они простираются въ горизонтальномъ направленіи, тѣмъ менѣе необходимо соединеніе ихъ съ громоотводомъ. Тогда проводъ нужно прокладывать возможно дальше отъ этихъ металлическихъ предметовъ.

Если въ зданіи имѣются значительные по размѣрамъ металлическіе предметы, которые слѣдовало-бы соединить съ громоотводомъ, но это является невыполнимымъ по причинѣ значительной стоимости, или-же вслѣдствіе техническихъ затрудненій, тогда становится сомнительнымъ—больше-ли будетъ громоопасность зданія, если его оставить вовсе безъ громоотвода, или-же если устроить громоотводъ неудовлетворительный, вслѣдствіе отсутствія металлическихъ сообщеній.

При сооруженіи новыхъ зданій слѣдуетъ уже во время постройки имѣть въ виду возможность позднѣйшаго устройства громоотвода.

e) Прежніе удары молній. Если въ прежнее время зданіе подвергалось ударамъ молній, то прежде всего нужно защитить поражавшіяся мѣста.

8. Матеріалъ для устройства громоотвода.

Собственно матеріаломъ для громоотводовъ надо считать мѣдь и желѣзо. Другіе металлы или слишкомъ дороги, или-же являются неудовлетворительными проводниками. Мѣдь цѣлесообразна для этой цѣли вслѣдствіе своего постоянства, удобопроводимости, легкости обработки и прокладки; желѣзо-же вслѣдствіе большей крѣпости, значительно высшей точки плавленія*) при большей теплоемкости и гораздо меньшей стоимости; вслѣдствіе послѣдняго оно значительно менѣе подвержено покражѣ, чѣмъ мѣдь. Неосновательно предполагать, что поперечное сѣченіе мѣднаго провода нужно дѣлать меньшимъ чѣмъ желѣзнаго въ точномъ соотношеніи гальваническихъ сопротивленій (именно почти 1 : 6). Отчасти вслѣдствіе болѣе низкой точки плавленія, меньшей теплоемкости мѣднаго провода, а также и значительнаго уменьшенія степени проводимости мѣди вслѣдствіе различныхъ примѣсей, отчасти-же вслѣдствіе частаго, какъ показали опыты, расплавленія или превращенія въ пыль молніей мѣдныхъ проводовъ, является раціональнымъ тогда лишь считать мѣдный проводъ равнымъ по достоинству желѣзному, когда поперечное сѣченіе мѣднаго составляетъ около половины желѣзнаго.

Находящіеся на многихъ зданіяхъ металлическіе орнаменты, металлическія крыши, водосточныя и сточныя трубы, часто съ успѣхомъ могутъ быть употреблены въ дѣло, какъ части громоотводовъ, если только они имѣютъ внутреннюю металлическую связь между собой и поперечное сѣченіе, достаточное по размѣрамъ для хорошей проводимости. Согласно вышесказанному, при вновь сооружаемыхъ зданіяхъ, можно, незначительнымъ увеличеніемъ стоимости устройства этихъ металлическихъ частей, сберечь значительную часть расхода на громоотводъ.

Для защиты отъ окисляющихъ вліяній слѣдуетъ земную часть мѣднаго провода лудить, для желѣзнаго-же громоотвода—какъ земную, такъ и воздушную часть покрывать цинкомъ.

Одновременнаго примѣненія для одного и того-же громоотвода мѣди и желѣза слѣдуетъ, по возможности, избѣгать. Во всякомъ случаѣ, однако-жъ, стыки различныхъ металловъ должны быть надлежащимъ образомъ защищены отъ доступа влаги, такъ какъ, согласно опытамъ, подобныя мѣста всего болѣе подвергаются разрушенію вслѣдствіе окисленія.

9. Форма и размѣры частей громоотвода.

a) Для земныхъ частей отвода нужно стараться достигнуть возможно большей и просторно распредѣленной поверхности соприкосновенія между громоотводомъ и почвой. Эту поверхность соприкосновенія слѣдуетъ тѣмъ болѣе увеличивать, чѣмъ менѣе отдѣльныхъ земныхъ частей отвода имѣется въ зданіи и чѣмъ болѣе вѣроятною является опасность боковаго разряженія, вслѣдствіе имѣющихся въ зданіи металлическихъ частей.

Если конечная отводная пластина лежитъ свободно въ водѣ, тогда обыкновенно довольно для нея 1 квад. метра поверхности соприкосновенія съ каждой стороны. Во влажной-же почвѣ размѣры эти нужно удвоить.

Для пластинъ свернутыхъ цилиндрически принимается во вниманіе лишь наружная поверхность.

Если имѣется нѣсколько земныхъ отводовъ, то достаточно чтобы сумма поверхностей всѣхъ отводныхъ пластинъ достигала указанныхъ размѣровъ. Равнымъ образомъ, при всякомъ земномъ отводѣ, вмѣсто одной пластины съ успѣхомъ можно примѣнить нѣсколько пластинъ съ суммою поверхностей равной одной нормальной пластинѣ, но при томъ онѣ должны быть размѣщены въ приличномъ другъ отъ друга разстояніи и находиться въ надлежащей металлической связи надъ или подъ землею. Мѣдныя пластины должны имѣть толщину не менѣе 2 милиметровъ; желѣзныя-же—не менѣе 5 милиметровъ.

Съ успѣхомъ также можно примѣнить желѣзные, углубленные въ грунтовую воду стержни, или нисходящія трубы водопроводной сѣти. Стержни или трубы, углубленныя въ грунтовую воду на 5 метровъ, вполнѣ достаточны для этой цѣли.

b) Пріемные стержни должны быть заготовляемы такой толщины, чтобы они были въ состояніи оказывать надлежащее сопротивленіе самымъ сильнымъ бурямъ. При выполненіи этого условія, они, вмѣстѣ съ тѣмъ, достигаютъ также требуемой степени гальваническаго сопротивленія. Удобнѣе всего приготовлять ихъ изъ круглаго или квадратнаго цинкованнаго желѣза, причемъ конецъ ихъ долженъ быть заостренъ.

До сихъ поръ не доказано еще достовѣрными опытами, представляетъ-ли дѣйствительное преимущество постоянная поддержка возможнаго заостренія стержня вызолочиваніемъ или другими способами. При примѣненіи острыхъ наконечниковъ, изготовляемыхъ весьма часто изъ вызолоченной мѣди или изъ платины, кромѣ излишней стоимости нужно принять во вниманіе и то обстоятельство, что первый ударъ молніи, попавшій въ наконечникъ, расплавляетъ его, и, что вслѣдствіе того позднѣйшіе удары молній не встрѣчаютъ болѣе настоящаго острія. Равнымъ образомъ, по опытамъ настоящаго времени нельзя еще судить о количественномъ дѣйствіи остріевъ, то есть о необходимости или вредѣ устройства пріемныхъ стержней развѣтвленныхъ въ нѣсколько наконечниковъ *).

---

*) Точка плавленія желѣза 1500—1600° С.
„ „ красной мѣди 1100.

*) Что касается вопроса о предпочтительномъ примѣненіи для громоотводовъ остріевъ или шарообразныхъ наконечниковъ, то, по мнѣнію проф. Г. Мейера, нужно принять во вниманіе слѣдующее: покуда наукой не констатировано еще, чтобы вслѣдствіе испусканія электричества изъ остріевъ громоотводовъ происходило сколько-нибудь значительное ослабленіе электричества въ облакахъ. Равнымъ образомъ и дальность удара электрической искры не увеличивается отъ дѣйствія острія; даже напротивъ, можно замѣтить, что острія обусловливаютъ собою болѣе сильное заряженіе окружающаго слоя воздуха электричествомъ черезъ вліяніе, вслѣдствіе чего является вѣроятнымъ, что окружающая ихъ среда подвержена большей громоопасности. Наконецъ, острые наконечники могутъ уменьшить сферу дѣйствія громоотвода, такъ какъ они мѣшаютъ болѣе значительному скопленію на поверхности своей электричества черезъ вліяніе. Вслѣдствіе того, разрѣшеніе вопроса, по мнѣнію г. Мейера, должно клониться въ пользу тупыхъ или оканчивающихся шарами наконечниковъ и такимъ образомъ можно весьма значительно увеличить сферу дѣйствія громоотвода какъ выборомъ наружной поверхности жала, такъ и высотою его. Можно напередъ предвидѣть, что слишкомъ значительные по размѣрамъ кондукторы имѣли-бы слѣдствіемъ тягостные и многочисленные удары молній, засимъ желательно еще, чтобы громоотводы проводимы были въ землю въ мѣстахъ, вообще мало доступныхъ для людей, такъ какъ нельзя не признавать опасности для человѣческаго организма отъ индукціонныхъ токовъ во время удара молніи. Развивая свое мнѣніе, г. Мейеръ утверждаетъ, что и тупые предметы соотвѣтственно малы по сравненію съ электризующими массами, такъ что отъ распредѣленія электричества не достигается сколько-нибудь значительнаго уменьшенія его напряженія. При такихъ условіяхъ надо полагать, что дальность удара по направленію къ остріямъ не будетъ существенно больше, чѣмъ по направленію къ шарамъ, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ, по крайней мѣрѣ, не производится большая работа (Wallner's Lehrbuch, 3 Auflage, IV Band Seite, 350).

Впрочемъ, едва-ли возможно принять, что молнія, начиная отъ облака, обыкновенно имѣетъ уже своей цѣлью громоотводъ, напротивъ разряженіе воспослѣдуетъ по направленію большей поверхности и громоотводъ тогда лишь начнетъ дѣйствовать, когда молнія приблизится къ нему на извѣстное разстояніе. Разстояніе это, или, собственно говоря, сфера дѣйствія, во всякомъ случаѣ, будетъ больше тогда, когда отводъ представляетъ большую поверхность, которая, конечно, не можетъ быть замѣнена любымъ усиленіемъ напряженія электричества. Ослабленіе электризаціи черезъ вліяніе отъ дѣйствія остроконечій, по причинѣ его разсѣиванія, главнымъ образомъ относится къ массамъ, находящимся въ скверномъ электропроводящемъ сообщеніи

Для зданій, лежащихъ на косогорѣ и подверженныхъ вслѣдствіе того легче горизонтальнымъ ударамъ молній, слѣдуетъ у выступающихъ по направленію длины угловъ устраивать отклоненные въ бокъ острія или стержни.

с) Воздушная часть отвода по формѣ можетъ состоять либо изъ стержней квадратнаго поперечнаго сѣченія, либо изъ сплошной проволоки, проволочнаго каната или металлическихъ полосъ. Всего удобнѣе для примѣненія сплошная проволока, такъ какъ она требуетъ менѣе матеріала, чѣмъ проволочный канатъ, одинаковаго съ нею поперечнаго сѣченія, и такъ какъ нельзя еще считать окончательно доказаннымъ тотъ фактъ, что разряженіе всегда распредѣляется равномѣрно по всѣмъ отдѣльнымъ проволокамъ каната. Проволочный канатъ можно примѣнять лишь тогда, когда имѣются отдѣльныя проволоки не толще 2-хъ милиметровъ: если онѣ желѣзныя, то должны быть цинкованы.

Минимальными размѣрами толщины провода нужно считать слѣдующіе:

Развѣтвленные мѣдные отводы круглаго сѣченія должны имѣть въ діаметрѣ не менѣе 0,6 сантиметра, неразвѣтвленные— не менѣе 0,8 сентимет., что соотвѣтствуетъ поперечному сѣченію первыхъ въ 0,283 кв. сент. и послѣднихъ 0,503 кв. сент.

Въ случаѣ примѣненія мѣдныхъ проволочныхъ канатовъ, сумма поперечныхъ сѣченій отдѣльныхъ проволокъ должна составлять для перваго случая 0,3 кв. сент., а для втораго 0,6 кв. с.; такъ что канатъ, состоящій изъ проволокъ въ 2 милим. діаметромъ, для перваго случая долженъ заключать въ себѣ 10 отдѣльныхъ проволокъ, а для втораго—19.

Въ случаѣ примѣненія листовой мѣди, при толщинѣ меньше 1 милим., ширина для перваго случая должна быть не меньше 3,0 сентим., и для втораго 5,0 сентим.

Развѣтвленные желѣзные отводы должны имѣть въ діаметрѣ не менѣе 0,8 сент.; неразвѣтвленные-же—1 сентим. въ діаметрѣ, что соотвѣтствуетъ поперечному сѣченію для перваго случая въ 0,503 кв. сент., а для втораго—0,95 квад. сент.

Въ случаѣ примѣненія желѣзныхъ проволочныхъ канатовъ, сумма поперечныхъ сѣченій отдѣльныхъ проволокъ должна составлять для перваго случая 0,6 кв. сент. и для втораго—1,2 квад. сент.

Въ случаѣ примѣненія желѣзныхъ полосъ, что является самымъ невыгоднымъ, толщина ихъ не должна быть меньше 4 миллим., ширина-же для перваго случая не менѣе 1,3 сент., а для втораго—2,5 сентим.

Въ томъ случаѣ, когда зданіе по своему положенію, либо по своей значительной вышинѣ является особенно высокимъ, нужно указанные размѣры поперечныхъ сѣченій увеличивать, смотря по необходимости, до 1½ раза, если только не позаботится о развѣтвленіи удара молніи увеличеніемъ количества воздушныхъ и земныхъ отводовъ.

Въ случаѣ если для громоотвода пользуются цинковыми или свинцовыми частями самаго зданія, то для цинка нужно принять минимальные размѣры въ 8, а для свинца въ 20 разъ больше размѣровъ поперечнаго сѣченія, указанныхъ для желѣза.

10. Металлическія соединенія частей громоотвода между собой и прикрѣпленіе отвода къ зданію.

Металлическія соединенія частей громоотвода между собой должны быть устраиваемы по возможности крѣпко и прочно, такъ чтобы проводящая способность поперечнаго сѣченія каждаго стыка, была не менѣе проводящей способности самаго провода.

Поэтому не могутъ быть допущены никакія открытыя соединенія посредствомъ цѣпныхъ звеньевъ; равнымъ образомъ простое заклепываніе, спаиваніе и свинчиваніе не достигаютъ цѣли, если вмѣстѣ съ этимъ не привести въ постоянное соприкосновеніе болѣе значительныхъ по размѣрамъ поверхностей, чего можно достигнуть многократнымъ плотнымъ обертываніемъ, наложеніемъ хомутовъ или флянцевъ.

Кромѣ того, всѣ связи, помимо прочнаго механическаго сцѣпленія, должны еще быть защищены запаиваніемъ.

Соединеніе съ газо- или водопроводными трубами лучше всего устроить на уличной трубѣ; если-же производить соединеніе внутри дома, то лучше всего это сдѣлать между газометромъ или водомѣромъ и мѣстомъ входа трубы въ зданіе.

Сообщеніе съ газо- или водопроводными трубами лучше всего устраивать посредствомъ металлическаго обруча (хомута), наложеннаго на очищенную отъ ржавчины поверхность трубы, и хомутъ этотъ долженъ быть соединенъ съ громоотводомъ.

Если газо- или водопроводы доходятъ до верхняго этажа зданія, то можно опасаться, что молнія, пробивъ крышу, направится по водо- или газопроводу и расплавитъ или разрушитъ его въ мѣстѣ удара. Обстоятельство это, вслѣдствіе воспламененія газа, неоднократно уже было причиной пожаровъ. Поэтому въ подобныхъ случаяхъ необходимо даже и самыя верхнія части сѣти трубъ соединять съ громоотводомъ. Если-же верхнія части этихъ проводовъ состоятъ изъ тонкостѣнныхъ, легкоплавкихъ свинцовыхъ трубъ или стыки желѣзныхъ трубъ снабжены изолирующими прокладками и вслѣдствіе того не представляютъ достаточной проводимости, то необходимо усилить проводящую ихъ способность особенными проволоками, которыя должны быть приведены въ сообщеніе съ самымъ проводомъ въ возможно большемъ числѣ точекъ.

Если стыки трубы, находящіеся снаружи зданія, имѣютъ изолирующія прокладки, то тогда нужно предпринимать соотвѣтственныя предосторожности, что, впрочемъ, становится необходимымъ уже въ виду собственно защиты самихъ трубъ, въ особенности газовыхъ. Впрочемъ вопросъ громоопасности водо и газо-проводныхъ сѣтей трубъ разсмотрѣнъ будетъ отдѣльно болѣе подробнымъ образомъ.

При прикрѣпленіи провода къ зданію, нужно избѣгать слишкомъ сильнаго его натяженія, а также и всякаго изгиба или смятія его у поддерживающихъ крючьевъ. Нѣтъ надобности изолировать проводъ отъ зданія посредствомъ стеклянныхъ колецъ. Также не нужно слишкомъ отодвигать проводъ отъ зданія, т. е. не примѣнять слишкомъ длинныхъ крючьевъ.

При укрѣпленіи пріемнаго стержня и частей провода на дымовой трубѣ, нужно обращать вниманіе на то, что горячіе продукты горѣнія вызываютъ сильное окисленіе. Вслѣдствіе этого пріемный стержень надо соединять съ проводомъ по возможности ниже отверстія трубы.

Отъ случайныхъ механическихъ поврежденій проводъ долженъ быть защищенъ соотвѣтственной деревянной обшивкой или т. п.

съ землею, но совершенно также и въ самомъ громоотводѣ отъ дѣйствія остроконечій можетъ случиться неблагопріятное распредѣленіе электричества.

Проф. Веберъ согласіе и несогласіе свое съ мнѣніями г. Мейера высказалъ въ слѣдующей формѣ:

Пусть даны два громоотвода *A* и *B*, которые расположены вполнѣ одинаково и симметрично какъ къ грозовому облаку, такъ и къ проводящимъ массамъ почвы, причемъ оба оканчиваются тупыми стержнями. Затѣмъ положимъ:

1) что громоотводъ *B* снабженъ шаромъ, тогда, по мнѣнію Г. Мейера, сфера дѣйствія этого громоотвода увеличится, *B* легче будетъ притягивать къ себѣ молнію чѣмъ *A*, съ чѣмъ Веберъ вполнѣ согласенъ;

2) что шаръ съ *B* удаленъ и что *A* снабжено остріемъ. Тогда, по мнѣнію Г. Мейера сфера дѣйствія громоотвода *A* уменьшается. *A* будетъ притягивать къ себѣ молнію менѣе легко, чѣмъ *B*. Съ этимъ положеніемъ Веберъ не только несогласенъ, но до производства дальнѣйшихъ экспериментальныхъ доказательствъ, считаетъ противуположный выводъ гораздо болѣе вѣроятнымъ;

3) что *A* снабжено остроконечіемъ и *B* шаромъ, тогда, по мнѣнію Мейера, *B* легче будетъ притягивать къ себѣ молнію, чѣмъ *A*: съ этимъ положеніемъ Веберъ согласенъ лишь условно, именно въ такомъ только случаѣ, когда размѣры шара будутъ весьма значительны.

4) Затѣмъ по мнѣнію знаменитаго ученаго и профессора Пражскаго Технологическаго Института Ценгера, остроконечія вовсе не должны быть помѣщаемы на громоотводахъ, а послѣдніе должны имѣть на верхнемъ своемъ концѣ продолговатую яйцевидную форму—овоидъ.

Профессоръ Ценгеръ дѣлалъ слѣдующій опытъ, подтверждающій его мнѣніе: онъ устанавливалъ подъ электроскопомъ вертикальный стержень, на верхнемъ концѣ котораго имѣлось остріе; сверху онъ приближалъ къ острію пластинку, соединенную съ электрической машиной. Тоже самое онъ повторилъ, замѣнивъ остріе овоидомъ.

Изъ опыта оказалось, что испускательная способность острія и овоида, наблюдавшаяся въ темнотѣ, одна и та же; между тѣмъ разряженіе электричества, то есть перескакиваніе искры (дальность удара) получается при разстояніи пластинки отъ острія въ 50 сентиметровъ, а отъ овоида въ 8 сентиметровъ. Поэтому, если остріе въ громоотводахъ замѣнить овоидомъ, то вѣроятность удара будетъ значительно уменьшена, потому что туча должна спуститься гораздо ниже для того, чтобы могло воспослѣдовать разряженіе въ видѣ молніи; между тѣмъ какъ медленное разряженіе останется безъ измѣненія.

Пражскій Технологическій Институтъ снабженъ подобнаго рода громоотводами и, по словамъ проф. Ценгера, они произвели удивительное дѣйствіе, а именно: во время грозы, когда не была еще окончена нижняя часть громоотвода, такъ что оставалось провести проводъ на разстояніе 1,5 метровъ до земли, внезапно стали появляться одна за другой искры, перескакивающія черезъ этотъ значительный промежутокъ безъ удара молніи; при видѣ искръ, рабочіе разбѣжались. Во время этой грозы, молнія ударила всего 10 разъ въ различныя зданія, изъ коихъ нѣкоторыя были снабжены обыкновенными громоотводами съ острями и расположены были ниже зданія Технологическаго Института.

Для лучшаго изслѣдованія сопротивленія земныхъ проводовъ, въ случаѣ если находится ихъ нѣсколько. слѣдуетъ вставлять на поверхности земли выдвижныя соединительныя части *).

11. Предписанія для зданій, имѣющихъ спеціальное назначеніе.

a) Церкви. Толщина провода должна составлять для мѣди не менѣе 0,8 квад. сент., для желѣза 1,5 кв. сент.

Средняя часть церкви, хотя-бы она помѣщалась даже въ единичномъ пространствѣ защиты башни должна быть снабжена самостоятельнымъ отводомъ, соединеннымъ однако-жъ съ отводомъ башни

b) Вѣтряныя мельницы. Относительно толщины провода существуютъ такія-же правила, какъ и для церквей.

Непосредственное пользованіе крыльями мельницы какъ мѣстомъ для прикрѣпленія громоотвода, можетъ быть допущено лишь тогда, когда не предстоитъ опасности отъ случайнаго повреждения при боковомъ разряженіи, которое можетъ воспослѣдовать въ моментъ удара молніи отъ крыла, обращеннаго книзу.

Однако, по причинѣ значительной стоимости, въ большинствѣ случаевъ слѣдуетъ предпочитать устройство на мельницѣ настолько высокаго пріемнаго стержня, чтобы крылья, даже при поперечномъ положеніи своемъ, приходились-бы въ единичномъ пространствѣ его защиты и въ такомъ случаѣ крылья возможно уже оставить безъ отвода.

Соединеніе верхней части громоотвода съ нижней по причинѣ вращенія втулки вала мельницы, можно достигнуть лишь посредствомъ *скользящаго стыка*, или, такъ называемаго, контакта. Поверхностямъ соприкосновенія подобнаго рода стыковъ слѣдуетъ придавать возможно большіе размѣры, что можетъ быть достигнуто примѣненіемъ двухъ плоскихъ, обитыхъ мѣдью или желѣзомъ колецъ, скользящихъ одно по другому и расположенныхъ вокругъ вертикальной оси мельницы, причемъ одно изъ нихъ слѣдуетъ соединить съ верхней частью громоотвода, другое же съ нижней.

c) Зданія, внутри или на которыхъ находятся части устройства электрическаго освѣщенія. Для подобнаго рода зданій, вслѣдствіе имѣющагося въ нихъ освѣтительнаго устройства, громоопасность нисколько не больше, чѣмъ для зданій, въ которыхъ устроены водо- или газо-проводы. Но если такое зданіе снабжено отдѣльнымъ громоотводомъ, то опасность является лишь въ такомъ случаѣ, когда подземная его часть устроена неправильно, въ то время какъ освѣтительное устройство снабжено въ другомъ мѣстѣ громоотводомъ лучшей конструкціи.

Въ такомъ случаѣ проводники освѣщенія слѣдуетъ проложить возможно далѣе отъ громоотвода зданія, или-же соединить между собою оба провода телеграфными громоотводами **)

*) Совершенно готовый громоотводъ можетъ быть подвергнутъ пробѣ, которая позволяетъ открыть существованіе перерывовъ въ проводникѣ. Для этого пропускаютъ гальваническій токъ черезъ испытываемыя части громоотвода и черезъ приборъ, называемый гальванометромъ, который состоитъ изъ магнитной стрѣлки, отклоняющейся отъ дѣйствія тока, проходящаго по проволокѣ. Если въ проводникѣ есть перерывы, то стрѣлка остается въ своемъ первоначальномъ положеніи или отклоняется мало; можно заранѣе опредѣлить насколько стрѣлка должна отойти отъ первоначальнаго положенія при хорошемъ соединеніи частей проводника. Впрочемъ, этотъ способъ повѣрки почти не нуженъ, если только будетъ надлежащій надзоръ за установкою громоотвода, потому что онъ можетъ открыть только грубыя ошибки въ работѣ; съ большею пользою эта повѣрка можетъ быть приложена къ громоотводамъ, въ которыхъ предполагается порча, вслѣдствіе-ли удара молніи, или по какимъ-либо другимъ причинамъ.

Во всякомъ случаѣ, громоотводы должны быть свидѣтельствуемы отъ времени до времени во всѣхъ своихъ частяхъ, начиная съ наконечника стержня. Труднѣе всего выполнить это требованіе относительно подземной части, но, во всякомъ случаѣ, это необходимо. совѣтуютъ осматривать подземныя части одинъ разъ въ 20 лѣтъ, однако, неизвѣстно, на какихъ научныхъ данныхъ основано это число Въ ожиданіи таковыхъ данныхъ слѣдуетъ эту повѣрку производить гораздо чаще.

Для подобнаго рода измѣреній, показывающихъ только проводящую способность частей громоотвода, достаточна батарея въ 2 элемента или-же индукторъ. Для измѣренія-же силы сопротивленія какъ наружныхъ, такъ и подземныхъ частей громоотвода существуютъ спеціальные аппараты, изготовляемые, между прочимъ, фирмой Сименсъ и Гальске въ Берлинѣ, по цѣнѣ около 200 марокъ.

**) Предохраненіе нефтяныхъ резервуаровъ отъ молніи. Въ нефтяныхъ областяхъ Сѣверной Америки, гдѣ удары молніи составляютъ довольно частое явленіе, желѣзные резервуары, содержащіе громадныя количества нефти, для предупрежденія отъ могущихъ произойти при ударѣ молніи пожаровъ или взрывовъ, съ недавнихъ поръ охраняются посредствомъ слѣдующаго устройства: резервуары сверху покрываютъ слоемъ азбеста (горный ленъ), который въ данномъ случаѣ служитъ изоляторомъ; на этотъ слой кладутъ уже кусками кровельный толь, образующій такимъ образомъ наружную крышу резервуара, и, наконецъ, по серединѣ крыши ставятъ громоотводъ въ видѣ желѣзнаго остроконечнаго стержня, надлежащимъ образомъ соединеннаго проводниками съ землею. Имѣя въ виду повсемѣстное распространеніе устройства подобнаго рода резервуаровъ, въ мѣстностяхъ, обилующихъ грозами, гдѣ удары молніи бываютъ весьма часты, можно руководиться описанной простой конструкціей, не влекущей за собой никакихъ затратъ и при этомъ вполнѣ удовлетворительной.

Какъ продолженіе своихъ работъ и изслѣдованіи, упомянутая нами въ началѣ Коммиссія, побуждаемая, появившимися въ послѣднее время, разногласіями по вопросу о соединеніи громоотводовъ съ уличными газо- и водопроводными сѣтями трубъ, и даже вслѣдствіе непосредственнаго отрицанія нѣкоторыми спеціалистами пользы подобнаго рода соединеній, и имѣя въ виду крайнюю сжатость вышеприведенныхъ нами по сему предмету предложеній и совѣтовъ, рѣшилась расширить оныя въ этомъ именно направленіи, публикованіемъ ряда новыхъ наблюденій и опытовъ, посвященныхъ спеціально вопросу соединенія громоотводовъ съ водо- и газопроводными сѣтями трубъ.

Главныя положенія, высказанныя упомянутой Коммиссіею, заключаются въ нижеслѣдующемъ:

Соединеніе громоотводовъ съ газо- или водопроводами не только не представляетъ для послѣднихъ никакой опасности, но напротивъ, въ случаѣ пренебреженія подобнаго рода соединеніемъ, именно эти проводы непосредственно подвержены опасности, совершенно такъ же, какъ и при полномъ отсутствіи громоотвода.

Вслѣдствіе того необходимо слѣдовало-бы требовать, чтобы въ зданіяхъ, въ которыхъ кромѣ громоотводовъ, проведены газо и водопроводы, эти послѣдніе непремѣнно соединялись бы съ громоотводами непрерывной металлической связью.

Соединеніе это должно быть устроено въ соотвѣтственномъ мѣстѣ до входа домашнихъ водо и газо-проводныхъ трубъ въ магистрали.

Указавъ главныя положенія Коммиссіи, мы переходимъ къ обзору причинъ, побудившихъ Коммиссію и послужившихъ ей основаніемъ при составленіи упомянутыхъ положеній.

1. *Громоопасность зданій, обусловленная сѣтями водо- и газо-проводныхъ трубъ.*

Уличная сѣть водо и газо-проводныхъ трубъ, распространенная и значительно развѣтвленная въ почвѣ, находится вообще въ весьма тѣсной связи съ громадными, сплоченными и удобопроводящими массами почвы.

Лишь только молнія въ какомъ либо мѣстѣ во время удара достигаетъ водо или газо-проводной сѣти, а это происходитъ весьма часто, вслѣдствіе хорошей удобопроводимости и значительности ихъ массъ, то въ дальнѣйшемъ своемъ, по нимъ направленномъ, пути она не находитъ никакого существеннаго препятствія, и по сему, во всякомъ случаѣ, газо и водопроводныя сѣти служатъ направляющими пути молніи.

Обстоятельство это происходитъ тѣмъ съ большею энергіею, чѣмъ послѣдній крайній отростокъ развѣтвленіи этихъ трубъ достигаетъ высшаго пункта надъ поверхностью земли, чѣмъ слѣдовательно до высшихъ этажей зданія онѣ доведены.

Какъ примѣръ въ этомъ отношенія можно привести ударъ молніи, воспослѣдовавшій 3 Сентября 1880 года, въ зданіе театра въ Альтонѣ. Собственно ударъ направленъ былъ къ серединѣ наружнаго задняго края стропилъ, на чердакѣ въ то именно мѣсто, гдѣ непосредственно подъ крышей оканчивалась труба, широко развѣтвленнаго по зданію, газопровода. Въ этомъ мѣстѣ, на довольно значительномъ впрочемъ протяженіи, наружное покрытіе крыши было оторвано и всѣ, находящіяся подъ нимъ, головки гвоздей, служащихъ для прикрѣпленія обрѣшетки были сплавлены. Послѣ пробивки и воспламененія обрѣшетки, молнія направилась къ крайней колѣнообразной части газопровода, причемъ мѣсто входа своего она обозначила расплавленіемъ и пробивкой довольно незначительнаго отверстія въ стѣнкѣ трубы. Начиная съ этого мѣста она не обнаружила болѣе воспламеняющаго дѣйствія, несмотря на то, что газопроводныя трубы мѣстами прикрѣплены были и къ деревянымъ частямъ. Лишь въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, вѣроятно въ точкахъ соприкосновенія отдѣльныхъ трубъ, обнаружены были въ деревѣ незначительныя трещины. Поврежденію газометра воспрепятствовало то обстоятельство, что главная внутренняя труба дома соединена была съ наружной приводной трубою двумя толстыми желѣзными рельсами. Отсюда громадная подземная газо-проводная сѣть, дала уже возможность разойтись молніи безвредно въ землю.

Въ 1879 году молнія ударила въ зданіе театра въ Килѣ (Kiehl) Слѣды, распространившейся по стропиламъ, молніи отчасти направлены были къ водосточной трубѣ, отчасти же — къ найвыше расположенному пункту, имѣющагося въ зданіи газопровода, при чемъ послѣдній не былъ поврежденъ.

Ударъ молніи въ Тондернѣ 11 Іюня 1880 года, распредѣлившійся отчасти на мукомольную мельницу, отчасти же на смежное съ ней жилое мельничное зданіе — въ обоихъ зданіяхъ направленъ былъ къ газопроводу.

Подобнаго рода случаи въ городахъ, при веденіи правильной статистики физическихъ условій ударовъ молніи, можно бы пополнить весьма значительно.

Вслѣдствіе того зданія, заключающія въ себѣ газо и водопроводы, подвержены громоопасности въ томъ смыслѣ, что молнія во время удара, разрушивъ крышу или наружную стѣну, можетъ ударить въ трубы упомянутыхъ проводовъ.

Подобнаго рода опасность существуетъ и тогда, когда непосредственная металлическая связь между трубами сѣти нарушается и прерывается, вслѣдствіе примѣненія для уплотненія и спайки соединеній трубъ веществъ, дурно проводящихъ электричество; такого рода промежуточные слои вообще лишь въ нѣсколько миллиметровъ толщиною, легко пробиваются молніей и оказываютъ лишь весьма незначительное вліяніе на общій путь молніи.

Кромѣ того къ прежней опасности присоединяется тогда еще и другая опасность, связанная съ образованіемъ искръ въ мѣстахъ разрывовъ, опасность эта, въ особенности внутри зданія, при извѣстныхъ условіяхъ можетъ сдѣлаться значительной.

Но съ другой стороны водо- и газо-проводы могутъ оказывать и извѣстнаго рода защиту, что явствуетъ изъ нижеслѣдующаго разсужденія.

Положимъ что въ извѣстной мѣстности вовсе нѣтъ ни водо, ни газо-проводовъ, и что кромѣ того всѣ зданія этой мѣстности приблизительно имѣютъ одинаковую вышину и подвержены громоопасности въ одинаковой мѣрѣ. Тогда всякая, ударяющая въ этой мѣстности молнія, въ случаѣ пораженія ею какого либо зданія, можетъ повредить оное сплошь, сверху до низу, такъ что тамъ вовсе не будетъ мѣста, въ которомъ бы жители чувствовали себя вполнѣ обезпеченными отъ опасности удара. Если затѣмъ, въ нѣкоторыя изъ зданій той же мѣстности, провести газо или водопроводы, тогда правда, весьма значительно возрастаетъ вѣроятность удара молніи въ эти именно зданія въ сравненіи съ остальными зданіями, но въ то же время очевидно значительно уменьшается возможность поврежденія молніей этихъ зданій сплошь, во всѣхъ своихъ частяхъ. Громоопасноть концентрируется и сводится тогда лишь на тѣ помѣщенія, которыя находятся на кратчайшихъ разстояніяхъ между крайними оконечностями трубъ проводовъ и наружными стѣнами, преимущественно-же на крыши и дымовыя трубы зданія.

2. *Громоопасность коей подвержены собственно водо и газопроводныя сѣти трубъ.*

Громоопасность, коей подвержены собственно газо и водопроводныя сѣти трубъ, можетъ проявиться въ трехъ видахъ, а именно:

a) Въ самомъ мѣстѣ удара молніи въ сѣть трубъ. Ежели мѣсто это ничѣмъ не покрыто и находится свободно на виду, въ средѣ атмосферы, тогда разрушающее дѣйствіе молніи ограничивается лишь небольшими и незначительными расплавленіями. При тонкостѣнныхъ газовыхъ трубахъ въ такихъ мѣстахъ можетъ произойти и воспламененіе газа.

Ежели мѣсто удара молніи находится въ водѣ, въ почвѣ, или же внутри стѣны, тогда можетъ воспослѣдовать гораздо болѣе сильное механическое разрушеніе, какъ это и было произведено и доказано экспериментальнымъ путемъ Г. Теплеромъ (Töpler), во время новѣйшихъ его опытовъ, на которыя намъ ниже неоднократно придется ссылаться.

Подобнаго рода механическое разрушеніе, находящихся въ почвѣ трубъ, при извѣстныхъ условіяхъ, можетъ причинить весьма значительный вредъ, въ особенности же тогда, когда молнія вслѣдствіе развѣтвленія своего пути въ почвѣ, одновременно ударитъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ, или же когда ударъ ее распространится вдоль болѣе значительнаго участка системы подземныхъ трубъ.

Изъ отчета о новѣйшихъ своихъ опытахъ, сообщеннаго Теплеромъ Коммиссіи, въ этомъ мѣстѣ намъ придется упомянуть о томъ, что весьма сильныя искры электрической баттереи, Теплеръ заставлялъ ударять съ боку въ тонкостѣнныя трубы изъ желтой мѣди, наполненныя воздухомъ но помѣщенныя подъ водой, или проложенныя въ сыромъ пескѣ. Отъ дѣйствія этихъ искръ трубы или просто сминались, или же оказывались вполнѣ пробитыми, при чемъ полнаго разрушенія трубъ можно было достигнуть уже такими искрами которыя въ тѣхъ же трубахъ, но помѣщенныхъ свободно въ средѣ атмосферы, едва могли вызвать слабо замѣтное сплавленіе.

Явленіе это можно впрочемъ объяснить также и самымъ механизмомъ разряженія искръ. Замѣчаемое пробивающее дѣйствіе искръ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ съ большаго разстоянія искрѣ приходится перескакивать на проложенную въ водѣ или пескѣ трубу. Ежели искры перескакиваютъ изъ незначительнаго лишь разстоянія, то въ результатѣ преимущественно является лишь незначительное сплавленіе

b) При проскакиваніи молніей уплотненныхъ и спаянныхъ мѣстъ въ соединеніяхъ трубъ, если для уплотненія и спайки примѣнёнъ дурно проводящій электричество матеріалъ.

Обстоятельство это можетъ обусловить собою механическіе разрывы трубъ, но воспламененіе газа при этомъ является невѣроятнымъ когда мѣсто спайки лежитъ въ почвѣ, такъ какъ даже и взрывчатыя смѣси газовъ не воспламеняются отъ образованія искръ, если только онѣ не выполняютъ собою большихъ, пустыхъ пространствъ. Но ежели указанныя мѣста соединеніи и спаевъ, къ которымъ относятся также и домовые газометры, находятся свободно, въ средѣ атмосферы, тогда можетъ явиться возможность воспламененія.

И такъ напримѣръ въ городѣ Ицегое (Itzehoe въ Кильскомъ округѣ въ Пруссіи) отдѣльныя трубы водопроводной сѣти сплочены были, плотно другъ къ другу прилегающими, деревянными клинишками Когда, нѣсколько лѣтъ тому назадъ, въ водопроводъ этотъ ударила молнія, то вслѣдствіе того всѣ трубы на значительномъ разстояніи, большей частью раздроблены были на мелкіе куски.

Ударъ молніи, воспослѣдовавшій въ Базелѣ 9 Іюля 1849 года и перескочившій изъ громоотвода на водопроводную сѣть, трубы коей сплочены были смолою, повредилъ этотъ проводъ на протяженіи $^1/_6$ мили.

Между тѣмъ опасность подземнаго воспламененія газа является весьма незначительной — обстоятельство это явствуетъ прямо изъ опытовъ Теплера, во время коихъ оказалось, что даже гремучій газъ, насыщавшій покрытое слоемъ песку, дно сосуда нельзя было довести до взрыва ни индукціонными, ни даже самыми сильными искрами баттереи, ударъ которыхъ направленъ былъ подъ песокъ. Обстоятельство это объясняется вліяніемъ рыхлаго слоя песку, дѣйствующаго на подобіе предохранительной лампы Деви (Davy).

c) При продолженіи направленія пути молніи вдоль удобопроводящей сѣти трубъ.

Въ этомъ случаѣ опасность, обусловленная накаливаніемъ и расплавленіемъ проводника, по которому проходитъ молнія, весьма незначительна. Согласно опытамъ, она можетъ проявиться лишь при тонкостѣнныхъ и приготовленныхъ изъ свинца трубахъ.

Ударъ молніи, поразившій 3 Іюля 1885 года зданіе университета въ Бреславлѣ, о громадной силѣ котораго можно судить по тому, что онъ пробилъ наружную стѣну, толщиною около 1 метра, перешелъ затѣмъ на свинцовыя водопроводныя трубы діаметромъ въ 1, 5 центиметра. Трубы эти прикрѣплены были къ потолку желѣзными крючьями, и послѣ удара онѣ оказались лишь на столько накаленными и сплавленными, что образовали изогнутыя къ низу полосы, въ видѣ гирляндъ, между прикрѣпляющими ихъ крючьями.

3. *Вліяніе громоотводовъ, не соединенныхъ съ водо и газо-проводами на опасности, указанныя подъ №№ 1 и 2.*

Искусственно устраиваемые громоотводы естественнымъ образомъ могутъ быть снабжены лишь почвенными отводными пластинами, которыя по отношенію къ громадной поверхности и плотности соприкосновенія съ удобопроводящими массами почвы, весьма ничтожны и малодѣятельны въ сравненіи съ обширной подземной сѣтью водо и газо-проводовъ.

Вслѣдствіе того, лишь только въ какомъ нибудь мѣстѣ, вблизи громоотвода находится какой либо отростокъ газо или водопроводной сѣти трубъ, то молнія, ударяющая въ громоотводъ, получаетъ стремленіе перейти на эти именно системы проводныхъ сѣтей.

Укажемъ на случай весьма сильнаго удара молніи въ Церковь Св. Елисаветы въ Бреславлѣ, происшедшій 1 Мая прошлаго 1887 года. Во время этого удара обрушилась вся башня церкви, вмѣстѣ съ квадратнымъ своимъ основаніемъ. На одномъ изъ краевъ массивной и вертикально поднимавшейся башни былъ помѣщенъ газовый фонарь. Громоотводъ, опускавшійся изъ башни вертикально къ низу, проходилъ мимо указаннаго фонаря въ разстояніи около 2 метровъ и оканчивался спиральнымъ оборотомъ мѣднаго проволочнаго каната, который углубленъ былъ въ почву почти на 4, 5 метра, но притомъ онъ расположенъ былъ, не какъ это слѣдовало бы, въ грунтовой водѣ, но лишь въ умѣренно влажномъ пескѣ; сопротивленіе же почвеннаго перехода на этомъ разстояніи составляло отъ 80 до 90 Омовъ. Канатъ громоотвода до высоты около 4 метровъ отъ уровня почвы, защищенъ былъ желѣзной трубою. На этой высотѣ молнія оставила громоотводъ, расплавила мѣдный проволочный канатъ и желѣзную трубу и перешла на газопроводъ.

При этомъ верхняя часть фонаря была оторвана, на пути между громоотводомъ и газовою трубою видны были многочисленные но незначительныя и поверхностныя лишь царапины камней кладки, наконецъ крайняя, лежащая у фонаря песчаниковая плита, размѣромъ 45×33×30 центиметровъ, была оторвана и отброшена въ сторону на разстояніе нѣсколькихъ метровъ.

Сюда относится также ударъ молніи 4 Августа 1880 года въ Церковь Св. Николая въ Фленсбургѣ, перескочившій отъ громоотвода церкви на газопроводъ смежнаго съ нею школьнаго зданія.

Далѣе сюда же можно отнести ударъ молніи въ Ицегое въ 1877 году, который отъ громоотвода церкви перешелъ на газопроводную сѣть, разрушивъ при этомъ стѣну въ $^1/_2$ метра толщиною. Равнымъ образомъ сюда же относятся и удары молніи въ церкви: въ Жемапъ (Jemappes) 1872 года, въ Нью Гевнъ (New Haven); въ зданіе Школы въ Эльмсгорнѣ (Elmshorn), въ дворецъ въ Зеефельдѣ (Seefeld), а также ударъ молніи въ Алатри (Alatri) 1871 года, который, прорывъ яму длиною въ 10 метровъ и глубиною въ $^3/_4$ метра, перешелъ отъ громоотвода, къ водопроводу.

Подобнаго рода полный или частичный, смотря по мѣстнымъ условіямъ, переходъ можетъ воспослѣдовать тѣмъ труднѣе, чѣмъ больше и чѣмъ труднѣе проходимо разстояніе между ближайшимъ направленіемъ сѣти трубъ и громоотводомъ, и чѣмъ болѣе совершенно собственное почвенное отводное его устройство.

Но опыты, и въ особенности новѣйшія изслѣдованія Теплера, показываютъ, что и при громоотводахъ, снабженныхъ самымъ совершеннымъ почвеннымъ отводнымъ устройствомъ, весьма часто могутъ воспослѣдовать переходы и боковыя разряженія къ сосѣднимъ водо и газо-проводамъ.

И такъ, по опытамъ Теплера громоотводъ, снабженный почвенной отводной пластиной въ 4 метра длиной и $\frac{1}{2}$ метра шириною, погруженной вполнѣ въ воду колодца, въ моментъ наведеннаго на него удара баттереи, показывалъ столь сильное напряженіе, что можно было получить боковыя разряженія, доходившія до $^1/_{20}$ разстоянія искры отъ баттареи; между тѣмъ почвенная отводная пластина этого громоотвода была значительно больше, чѣмъ вообще этого можно требовать для громоотводовъ. Въ другомъ случаѣ гдѣ громоотводъ также снабженъ былъ весьма совершеннымъ почвеннымъ отводнымъ устройствомъ, состоящимъ изъ четырехъ отдѣленныхъ другъ отъ друга почвенныхъ отводныхъ пластинъ, по 1 квадратному метру каждая, при наведенномъ на него ударѣ изъ баттереи, онъ показывалъ все-таки еще замѣтное напряженіе.

Для защиты и предохраненія отъ подобнаго рода переходовъ необходимо было бы по возможности увеличивать разстоянія между сѣтями водо и газо-проводныхъ трубъ и громоотводомъ; разстояніе это можетъ доходить до нѣсколькихъ метровъ, если бы при томъ въ то же время можно было предположить, что внутри этого, раздѣляющаго, пространства не находится никакихъ, хотя бы даже временно лишь помѣщаемыхъ и слабо проводящихъ, предметовъ.

Но съ другой стороны очевидно, что внутри жилыхъ зданій подобнаго рода предположеніе можетъ быть дѣлано только въ весьма рѣдкихъ случаяхъ, такъ какъ всякая, хотя бы даже самая простая система домашнихъ звонковъ, всякая золотаа бордюра и т. п. могутъ составлять, ускользающія отъ всякой возможности контроля, дороги и соединяющія звена между громоотводомъ и сѣтью водо и газопроводныхъ трубъ.

Какъ примѣръ этому можно привести вышеупомянутый ударъ молніи въ зданіе Университета въ Бреславлѣ, описанный точно въ Jahresberichte der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur 1885. ст. 288 и дал. Имѣвшійся тамъ громоотводъ, составленный изъ желѣзныхъ стержней и возвышающійся надъ конькомъ крыши зданія, успѣшно защищалъ оное отъ ударовъ молній въ теченіи почти половины столѣтія, хотя почвенное отводное его устройство было весьма несовершенно. Но послѣ того какъ въ пятидесятыхъ годахъ въ зданіе проведенъ былъ газопроводъ, а въ 1874 году—водопроводъ, удовлетворительная по сіе время защита со стороны громоотвода прекратилась. Даже, проведенная въ послѣдніе уже годы надъ конькомъ, поперегъ зданія, телефонная сѣть существенно не уменьшила опасности, такъ какъ спеціальный громоотводъ, проведенный отъ одного изъ телефонныхъ устоевъ, просто на просто примкнутъ былъ къ имѣющемуся мѣстному старому и, какъ нами уже замѣчено, несовершенному почвенному отводному устройству. Какъ ни далеко слѣдовательно газо и водопроводная сѣть трубъ всюду находилась отъ громоотвода, то помѣщенная на зданіи весьма длинная водосточная труба все таки образовала родъ моста между водопроводомъ и громоотводомъ. Эта труба съ одной стороны упиралась въ старый громоотводъ и проходила изъ отдаленной, другой части зданія мимо мѣста, гдѣ въ третьемъ этажѣ, напротивъ нея находились послѣднія развѣтвленія водопроводныхъ трубъ, раздѣленныя лишь наружною стѣною, толщиной въ 1 метръ. Здѣсь именно, какъ въ ближайшемъ по разстоянію мѣстѣ, воспослѣдовалъ страшный переходъ молніи, какъ разъ надъ головою, занимавшагося тамъ въ это время профессора Шнейдера; ударъ этотъ засыпалъ рабочую комнату профессора массою известковой пыли и обнаружился на водопроводѣ. въ видѣ появившагося на немъ отверстія. Послѣ того, при дѣятельномъ соучастіи магистрата города Бреславля громоотводъ переустроенъ былъ вновь, съ правильнымъ уже металлическимъ сообщеніемъ съ водо и газо-проводомъ.

Такимъ образомъ указанныя подъ №№ 1 и 2 опасности, угрожающія зданіямъ и системамъ проводныхъ трубъ, не могутъ быть устранены дѣйствіемъ громоотводовъ, хотя бы даже и весьма совершенныхъ, если они въ тоже время не соединены металлически съ имѣющимися въ зданіяхъ сѣтями газо и водопроводовъ.

Усложненіе громоопасности, при имѣющихся въ зданіяхъ газо и водопроводныхъ сѣтяхъ трубъ, не соединенныхъ металлически съ громоотводомъ, является такимъ образомъ вообще лишь какъ искусственно вызванная громоопасность той именно части зданія, которая находится между системами пролегающихъ въ немъ трубъ и громоотводомъ, равно какъ и для самой системы трубъ.

4. *Устраненіе этой опасности посредствомъ металлическаго соединенія громоотвода съ сѣтями водо и газо-проводныхъ трубъ.*

Ежели соединить громоотводъ непрерывнымъ металлическимъ проводомъ съ такими частями трубъ газо и водопроводной сѣти, которыя не заключали бы въ себѣ перерывовъ и находились бы въ сплошной связи со всей сѣтью трубъ, то вслѣдствіе того устраняется всякая, могущая угрожать въ этомъ отношеніи, опасность.

Случаи, когда при подобнаго рода непрерывной связи произошло бы поврежденіе отъ удара молніи, до сихъ поръ неизвѣстны.

Послѣднее условіе, именно, чтобы часть водо или газопроводныхъ трубъ, соединенная съ громоотводомъ, находилась сама въ непрерывной связи со всей сѣтью газо или водопровода, въ большинствѣ случаевъ всегда имѣетъ мѣсто, хотя въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ можетъ и не существовать.

Это послѣднее обстоятельство можетъ произойти: либо когда сѣть уличныхъ трубъ сплочена и спаяна между собою непроводниками, либо когда соединеніе съ громоотводомъ устроено внутри зданія, въ мѣстѣ гдѣ трубы спаяны лишь одною замазкою, либо наконецъ, когда, вслѣдствіе ремонта уличныхъ трубъ, общая связь между всей сѣтью нарушается.

Но даже и въ такихъ случаяхъ самая существенная, такъ сказать часть, могущей явиться, опасности, и именно переходъ удара отъ громоотвода, связанный съ разрушеніемъ стѣнъ зданій и угрожающій жизни обитателей, устраняется и сводится лишь на сѣть водо или газо-проводныхъ трубъ.

Остается еще опасность, заключающаяся въ поврежденіи самихъ сѣтей трубъ, во время перескакиванія молніей перерывовъ и спаевъ между отдѣльными трубами сѣтей. Но значеніе этой опасности совершенно такое же, какое равнымъ образомъ возникло бы, если бы вовсе не существовало металлической связи между громоотводами и системами трубъ. Но кромѣ того опасность эта весьма легко устранима, если при самомъ прокладываніи подземныхъ сѣтей трубъ позаботиться объ устройствѣ сплошной металлической связи между отдѣльными трубами оныхъ.

Такимъ образомъ, вслѣдствіе присоединенія громоотвода къ сѣтямъ водо и газо-проводныхъ трубъ, въ большинствѣ случаевъ устраняется всякая опасность, и ни въ какомъ случаѣ этимъ не обусловливается маломальски существенное увеличеніе опасности, существующей и помимо указаннаго присоединенія.

5. *Необходимость одновременнаго соединенія громоотвода съ обѣими сѣтями трубъ, именно съ водо и газо-проводными.*

Если бы, вслѣдствіе опасенія дѣйствій воспламененія, ограничиться соединеніемъ громоотвода съ одною лишь водопроводною сѣтью, то вслѣдствіе того можно бы помочь дѣлу только отчасти. Связь съ почвою водопроводныхъ трубъ не бываетъ всегда лучше, чѣмъ такая же связь газопроводныхъ трубъ, и въ случаѣ, когда она хуже, тогда можно бы опасаться перехода молніи на сѣть газо-проводныхъ трубъ.

Но даже и въ случаѣ общаго превосходства связи водопроводныхъ трубъ съ почвою все таки пришлось бы опасаться боковыхъ разряженій, или же дѣйствій индукціонныхъ, связанныхъ съ образованіемъ искръ, къ чему представляется значительная возможность уже и внутри зданія. или же въ самой почвѣ, по причинѣ всегда почти близкаго взаимнаго сосѣдства обѣихъ сѣтей трубъ.

6. Возраженія, высказываемыя противъ соединенія сѣтей водо и газо-проводныхъ трубъ съ громоотводами.

Противъ подобнаго рода соединеній обыкновенно возражаютъ, что частое нарушеніе металлической связи между трубами сѣти въ особенности для газопроводовъ, а также и во время ремонта оной, можетъ обусловить собою появленіе для этихъ мѣстъ опасности удара молніи, отчасти для самихъ трубъ, отчасти же и для занятыхъ ремонтомъ рабочихъ, и что вслѣдствіе того, нельзя допустить облегченіе доступа молніи къ сѣти трубъ провода, путемъ соединенія ее съ громоотводами.

Возраженіе это въ сущности однакожъ лишено основанія, вслѣдствіе вышеприведенныхъ замѣчаній, что внутри жилыхъ зданій нельзя устроить надежнаго громоотвода, если держать его въ разстояніи отъ сѣтей водо и газо-проводныхъ трубъ, не нанося въ то же время ущерба свободной манипуляціи съ металлическими предметами внутри зданій.

Впрочемъ тѣ же самыя дѣйствія, коихъ настолько опасаются противники соединенія громоотводовъ, могутъ воспослѣдовать и при отсутствіи этого соединенія, ибо, какъ это намъ уже извѣстно, въ трубо проводахъ, коихъ отдѣльные члены не находятся въ непрерывной металлической связи, и безъ присоединенія къ нимъ громоотводовъ, несомнѣнно могутъ происходить образованія искръ, во время удара молніи гдѣ нибудь вблизи.

Но даже и въ случаѣ если бы можно было допустить, что, вслѣдствіе пренебреженія устройствомъ соединенія громоотвода, и произошло бы незначительное уменьшеніе этихъ неудобствъ, то все таки, съ другой стороны нужно имѣть въ виду, что, вслѣдствіе этого незначительнаго уменьшенія и безъ того весьма незначительной опасности, вмѣстѣ съ тѣмъ мы создаемъ весьма значительную опасность какъ для зданій, такъ и для находящихся въ нихъ обитателей. Между тѣмъ устраненіе этой именно опасности слѣдуетъ поставить на первомъ плану, въ особенности при техническихъ устройствахъ, составляющихъ предметъ нашего очерка, которыя сооружаются съ цѣлью общественнаго блага и безопасности.

Съ другой стороны возраженія эти тѣмъ менѣе основательны, что устраненіе, предстоящей вслѣдствіе этого соединенія, опасности для рабочихъ и трубъ не сопряжено ни съ какими болѣе или менѣе значительными техническими затрудненіями. Въ случаѣ необходимости, этого возможно достигнуть соотвѣтственнымъ металлическимъ перекрытіемъ мѣстъ перерывовъ.

Средней толщины проволочный канатъ, который въ случаѣ грозы, временно можетъ быть проложенъ въ теченіе нѣсколькихъ минутъ, въ мѣстѣ ремонта, между прерванною сѣтью трубъ, въ состояніи предохранить, находящихся тамъ, рабочихъ.

Кромѣ того устраненіе примѣненія для уплотненія и спайки трубъ дурно проводящихъ электричество веществъ и замѣна ихъ заливкою спаевъ свинцомъ, составляющимъ въ настоящее время самый распространенный методъ спайки, могло бы въ будущемъ сдѣлатся обязательнымъ, въ виду благопріятнаго вліянія его на устраненіе громоопасности.

Извѣстно что въ моментъ удара молніи, во всѣхъ вблизи находящихся металлическихъ частяхъ предметовъ появляются напряженія, которыя могутъ повести къ образованію искръ.

Такимъ образомъ во время удара молніи въ громоотводъ имперской верфи въ Килѣ (Kiehl) 20 Іюля 1881 года, всѣ находящіеся вблизи рабочіе, имѣвшіе въ это время въ рукахъ металлическіе инструменты почувствовали вдругъ сильные толчки.

Впрочемъ образованіе искръ между плохо соединенными частями трубъ, подземныхъ трубо-проводовъ, можетъ воспослѣдовать и тогда, когда эти проводы не соединены съ громоотводами, если молнія ударитъ непосредственно, или только вблизи ихъ.

Обстоятельство это доказано было Теплеромъ эксперементальнымъ путемъ слѣдующимъ образомъ: Необыкновенно сильныя разряженія баттереи передаваемы были черезъ резервуаръ съ водою, съ находящимися внутри его, двумя металлическима стержнями, помѣщенными свободно въ водѣ концами другъ противъ друга, не прикасаясь однако-жъ ни стѣнъ резервуара, ни приводящей, ни отводящей электричество системъ. При этомъ пропусканіи подъ водою проявлялись весьма сильныя искры, тогда, когда уровни поверхностей разряжающагося тока пересѣкали направленіе стержней.

Впрочемъ и раньше еще доказано было Теплеромъ, что подобнаго рода образованіе искръ въ почвѣ можетъ проявляться вблизи громоотводовъ.

Другое возраженіе, дѣлаемое въ особенности со стороны спеціалистовъ газо и водо-проводнаго дѣла, заключается въ томъ, что безпрерывныя почти земляныя работы, вызываемыя и обусловливаемыя присоединеніемъ громоотводовъ къ сѣтямъ подземныхъ газо и водопроводныхъ трубъ, могутъ вызывать остановки и перерывы въ исправной дѣятельности этихъ трубопроводовъ, что въ свою очередь можетъ вызвать неудобства и ропоты обывателей, пользующихся этими трубопроводами.

Еслибы собственно это возраженіе и неудобство было даже вполнѣ неустранимо, то все таки вопросъ этотъ слѣдовало бы разрѣшить съ гораздо болѣе широкой точки зрѣнія, чѣмъ съ электротехнической. Въ этомъ случаѣ общій вопросъ сводится къ тому, насколько мы имѣемъ право вполнѣ сознательно подвергать городскихъ обитателей громоопасности, лишь изъ за того обстоятельства, чтобы предохранить ихъ отъ ничтожныхъ остановокъ и перерывовъ въ пользованіи преимуществами и всѣми удобствами, связанными съ исправнымъ дѣйствіемъ газо и водопроводовъ.

Между тѣмъ смѣло можно питать надежду, что пря соотвѣтственномъ содѣйствіи спеціалистовъ по водо и газопроводному дѣлу, можно будетъ, для соединенія громоотводовъ съ сѣтями водо и газо-проводныхъ трубъ, выработать соотвѣтственныя механическія и техническія предписанія и правила, придерживаясь коихъ, въ состояніи будемъ устранить неудобство, котораго они опасаются, состоящее собственно лишь въ механическомъ нарушеніи спокойствія упомянутыхъ сѣтей.

Такимъ образомъ громоопасность въ этомъ отношеніи можетъ быть устранена, по меньшей мѣрѣ въ той степени, какая соотвѣтствуетъ настоящему состоянію свѣдѣній и познаній нашихъ о природѣ и образованіи молній.

7. Необходимо ли особенное отводное почвенное устройство для громоотвода, если таковой соединенъ уже съ водо и газо-проводной сѣтями трубъ.

Такъ какъ никогда съ достовѣрностью нельзя расчитывать на то, что соединяемыя съ громоотводомъ трубы сѣтей, и въ болѣе дальнемъ разстояніи отъ соотвѣтственнаго зданія составляютъ вполнѣ безпрерывную, сплошную и не прерванную временно металлическую сѣть: то слѣдуетъ предпочесть снабжать всякій громоотводъ, помимо соединенія съ упомянутыми сѣтями, еще и собственнымъ, почвеннымъ отводнымъ устройствомъ, помѣщеннымъ въ грунтовую воду, или въ случаѣ если не возможно ее достигнуть, то раздробленіемъ отводнаго почвеннаго устройства на нѣсколько отдѣльныхъ, которыя всѣ однако-жъ должны быть соединены между собою непрерывной металлической связью, посредствомъ проволочнаго каната, или же примѣненіемъ другихъ предписаній приведенныхъ нами выше въ соотвѣтственномъ мѣстѣ.

Необходимо замѣтить, что эта мѣра имѣетъ цѣлью защиту зданія, что же касается предохраненія сѣтей трубъ то они не будутъ этого требовать безусловно, ибо если въ нихъ нѣтъ сплошной металлической связи, или если въ сѣти имѣются перерывы, то тогда нельзя будетъ устранить образованія искръ во время ударовъ молніи, ни при несоблюденіи соединенія сѣти съ громоотводомъ, ни примѣненіемъ особеннаго почвеннаго отводнаго устройства громоотвода.

Во всякомъ случаѣ, вслѣдствіе постановки одной или нѣсколькихъ отводныхъ почвенныхъ пластинъ, можно будетъ способствовать развѣтвленію молніи, а вслѣдствіе того и ослабленію ея дѣйствій.

8. Способъ соединенія громоотводовъ съ водо и газо-проводными трубами, и мѣсто этого соединенія.

Соединеніе громоотводовъ съ сѣтями водо и газо-проводныхъ трубъ, слѣдуетъ устраивать по тѣмъ правиламъ, которыми вообще руководствуются при устройствѣ громоотводовъ. Соединяемыя между собою металлическія части (канаты или проволоки), по толщинѣ никакъ не должны быть тоньше громоотвода, равнымъ образомъ и проводящая способность ихъ должна также быть не меньше. Мѣстамъ соединенія необходимо придать настолько плотную металлическую связь, чтобы они даже и впослѣдствіи не могли, въ нѣкоторыхъ хотя бы точкахъ, обладать меньшею степенью проводимости.

Между тѣмъ какъ условіе это легко выполняется относительно развѣтвленій собственно громоотвода, соприкосновеніемъ ихъ большими поверхностями и металлическою спайкою, то соединеніе съ болѣе толстыми желѣзными трубами требуетъ нѣсколько большей тщательности, такъ какъ въ этомъ случаѣ спайка почти никогда не можетъ быть примѣняема.

За то для этой цѣли удобно примѣняются тяги съ большею поверхностью соприкосновенія или же хомуты, которыя однако-жъ предварительно должны быть хорошо связаны и спаяны съ

соотвѣтственной проволокою громоотвода, кромѣ того для этой цѣли весьма удобно примѣнять свинцовые обнимающіе рукава, которые могутъ быть весьма сильно прижаты къ отчищенной металлической поверхности трубъ, посредствомъ хомутовъ—а такого рода соединеніе всегда можетъ быть выполнено.

Подобнаго рода соединеніе громоотводовъ должно быть всегда устраиваемо на самыхъ толстыхъ, доступныхъ частяхъ трубъ, и въ то же время расположено такимъ образомъ, чтобы имѣть возможность періодически ревизовать и контролировать его состояніе. Вслѣдствіе того всего удобнѣе избирать мѣсто для этого соединенія у самаго входа трубъ въ зданіе, внутри или снаружи стѣнъ, не доходя однако-жъ до магистрали.

Кромѣ того весьма полезно соединять съ громоотводомъ и, отдѣльно лежащіе, отростки сѣти трубъ, въ особенности въ верхнихъ этажахъ зданія, но въ этомъ случаѣ необходимо имѣть въ виду что:

1) Водо и газомѣры, которые часто мѣшаютъ сплошной, внутренней металлическ ой связи, необходимо обойти и перекрывать особеннымъ соединительнымъ металлическимъ звеномъ.

2) Позаботиться о чисто металлической сплошной связи отдѣльныхъ частей трубъ внутри зданій и сдѣлать ее по возможности болѣе надежной, либо посредствомъ металлическаго сплочиванія и спайки, либо помощью отдѣльныхъ металлическихъ перекрытій.

Что касается поврежденія газо и водопроводныхъ трубъ, вслѣдствіе гальваническаго дѣйствія, соединенныхъ между собою и находящихся въ сырой почвѣ двухъ разнородныхъ металловъ, именно желѣза и мѣди, то оно тогда лишь могло бы оказать замѣтное дѣйствіе, еслибы въ предѣлахъ небольшихъ участковъ сѣти трубъ, находилось весьма большое количество, присоединенныхъ къ ней мѣдныхъ отводныхъ пластинъ. Обстоятельство это впрочемъ не трудно и вполнѣ устранить при употребленіи желѣза вмѣсто мѣди для отводныхъ почвенныхъ пластинъ громоотводовъ.

9. *Предохранительныя мѣры въ случаѣ если въ зданіяхъ, снабженныхъ газо и водопроводами, не имѣется громоотводовъ.*

Въ случаѣ отсутствія громоотводовъ въ зданіяхъ, снабженныхъ газо и водопроводами во избѣжаніе опасности, которую можетъ нанести молнія при ударѣ въ водо или газо-проводныя трубы, заключающеюся между прочимъ въ разрушеніи крыши или стѣны, было бы цѣлесообразнымъ, части трубъ, лежащія въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ наружными частями зданій, оканчивать толстыми выведенными наружу, металлическими проволоками.

При подобнаго рода случаяхъ необходимо также позаботиться относительно обезпеченія соединеній трубъ, а также газо и водомѣровъ, приведенными въ предъидущемъ параграфѣ средствами.

Все таки необходимо принять къ свѣдѣнію, что на подобнаго рода устройства нужно смотрѣть лишь какъ на первое пособіе по отношенію уменьшенія громоопасности зданій, и что оно никакъ не въ состояніи замѣнить правильнаго громоотводнаго сооруженія.

* * *

Вышеприведенныя требованія связи и соединенія громоотводовъ съ сѣтями газо и водопроводныхъ трубъ, указаны нами, какъ необходимыя съ физической точки зрѣнія по отношенію избѣжанія громоопасности.

Что же касается способовъ и подробныхъ техническихъ правилъ, по которымъ слѣдовало бы производить подобнаго рода соединенія, не вызывая при этомъ другихъ неудобствъ, касающихся общественнаго пользованія газо и водопроводными сѣтями, то вопросъ этотъ покуда остается еще открытымъ.

С. М. Гольдштейнъ.

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Таблица распредѣленія грозъ для Россіи.

МѢСТНОСТЬ.	Наибольшее количество грозъ.	Годъ максимальный.	Наименьшее количество грозъ.	Годъ минимальный.	Среднее годичное количество.	Зимняя полови окт.—мартъ въ % годичн.	Лѣтняя на года апрѣл.-сентяб. общей суммы.
Архангельскъ a	13	1819	4	1814	7.3	—	—
» b	15	1824	1	1821	7.3	—	—
» среднее a и b	15	1824	1	1821	7.3	—	—
Якутскъ	10	1834	2	1831	4.6	0	100
Або	—	—	—	—	10	0	100
Петербургъ a	—	—	—	—	12.4	3	97
» b » »	16	1848 1849 1850	5	1852	12.9	0	100
Богословскъ	22	1854	8	1855	15.8	0	100
Балтійскій портъ	21	1839	5	1844	9.9	0	100
Феллинъ	25	1829	1	1822	8.0	—	—
Екатеринбургъ	60	1851	22	1856	37.5	0.6	99.4
Казань	—	—	—	—	9.0	—	—
Москва	—	—	—	—	22.4	0	100
Златоустъ	29	1846 1851	12	1856	19.8	0.5	99.5
Горки	23	1851	13	1852	16.0	1.2	98.8
Орелъ	24	1844	14	1843	19.1	—	—
Барнаулъ	36	1852	12	1849	26.8	0	100
Иркутскъ	—	—	—	—	8.5	—	—
Курскъ	36	1842	7	1846	20.2	1	99
Нерчинскъ a	—	—	—	—	3.1	0	100
Нерчинскъ b	38	1854	9	1848	23.4	0	100
Полтава	17	1847	4	1837	9.4	0	100
Лугань	43	1850	18	1846 1848	29.6	2	98
Екатеринославъ	15	1841	3	1839	8.4	3.5	96.5
Одесса	15	1847	0(?)	1846	8.6	2.3	97.7
Тифлисъ	69	1855	52	1853 1854	55.2	8.1	91.9
Новгородъ	26	1855	6	1853	13.8	0	100
Витеневъ (близъ Москвы)	—	—	—	—	26.0	0	100

Канализація Данцига.

Данцигъ коммерческій городъ, съ первоклассною крѣпостью и съ населеніемъ въ 100000. Чрезъ Данцигъ протекаютъ рѣки Мотлау и Радауне. До 1840 года, рѣка Висла протекала близъ города Данцига и впадала въ море около города Нейфарвассера (*К*). Въ 1840 году Висла прорвалась и съ того времени устье перемѣстилось на востокъ отъ Данцига, впадая въ море около города Нейфаръ (Л). Число домовъ въ Данцигѣ болѣе 4000, но такъ какъ еще сохранилось много старинныхъ домовъ, крайне узкихъ, имѣющихъ по фасаду 2 или 3 окна и при томъ вышиною въ одинъ или два этажа, то населеніе въ Данцигѣ вообще весьма скученное. Почвенныя условія Данцига въ санитарномъ отношеніи крайне неблагопріятны. Почва, по большей части, песчано глинистая, торфяная, съ значительнымъ количествомъ разложившихся болотныхъ растеній. Грунтовыя воды расположены очень высоко и подвержены значительному колебанію, что находится въ зависимости отъ горизонта водъ, какъ находящихся въ самомъ городѣ, такъ и въ его ближайшихъ окрестностяхъ. Мѣстоположеніе вообще ровное, но на западѣ находится небольшая песчаная возвышенность, среднею высотою около 7 метровъ надъ уровнемъ Балтійскаго моря. Затѣмъ поверхность города на сѣверъ, югъ и востокъ постепенно понижается, такъ что окраина нижней части города расположена приблизительно всего только около 1 метра выше уровня моря. Санитарное состояніе низменной части города особенно неблагопріятно. Въ періодъ времени съ 1863 по 1876 г. ежегодная смертность составляла 20,6 человѣка для наиболѣе благопріятно расположенной части города и 41,8 человѣка для менѣе благопріятно расположенныхъ частей города.

Основаніе города Данцига относится къ 997 году и постепенное развитіе его продолжается до второй половины 14 вѣка, при чемъ нѣкоторыя улицы существовавшія въ то время сохранились до сихъ поръ; въ этихъ старинныхъ частяхъ города санитарныя условія были крайне неблагопріятны. Кладбища были расположены въ самомъ городѣ; покойниковъ зарывали около городскихъ церквей; для человѣческихъ экскрементовъ и нечистотъ, вырывали во дворахъ и подвальныхъ помѣщеніяхъ ямы, вмѣстимостію иногда отъ 20—30 кб. метр.; ямы эти обдѣлывали деревянной обшивкой и вовсе не очищали, а когда они наполнялись до верху, то покрывали ихъ деревянною крышкою, засыпали землею и вырывали по сосѣдству съ ними новыя, такія же ямы. Такой способъ устройства ямъ, практиковался еще въ недавнее время, то есть лѣтъ 30 тому назадъ съ тою лишь разницею, что ямы эти по наполненіи ихъ, незасыпали землею, а періодически очищали въ ночное время. Такъ какъ большинство старинныхъ домовъ Данцига не имѣютъ воротъ, въ которые можно бы было въѣзжать съ повозками во дворъ, то при очисткѣ такихъ ямъ, повозки устанавливали на улицѣ, а нечистоты проносили чрезъ узкіе корридоры, служившіе для прохода съ улицы во дворъ. Въ лучшихъ домахъ выгребныхъ ямъ вовсе не устраивали, а помѣщали въ подвалахъ, на чердакахъ и кухняхъ выносные сосуды въ которыя сливали нечистоты и лишь чрезъ каждые 3—4 дня въ ночное время выносили ихъ на улицу, опоражнивали въ особые резервуары, которые подвозились на лошадяхъ къ домамъ. Затѣмъ эти нечистоты, отвозили на свалочныя мѣста вблизи города.

Кромѣ вышеуказанныхъ неблагопріятныхъ санитарныхъ условій, въ Данцигѣ ощущался недостатокъ въ хорошей водѣ. Населеніе пользовалось отчасти водою рѣкъ Мотлау и Радауне, отчасти же колодезною водою, которая оказывалась особенно вредною. Такимъ образомъ для улучшенія санитарнаго состоянія города, необходимо было прежде всего озаботиться о снабженіи города хорошею водою и о правильномъ отводѣ нечистотъ. Вслѣдствіе этого въ 1863 году состоялось постановленіе Городскаго Управленія Данцига объ устройствѣ водоснабженія и канализаціи. Составленіе проекта канализаціи по сплавной системѣ было поручено Тайному Совѣтнику Вибе, въ Берлинѣ, и въ 1865 году проектъ былъ оконченъ и признанъ вполнѣ удовлетворительнымъ, но не могъ быть приведенъ тогда въ исполненіе, за неразрѣшеніемъ вопроса о водоснабженіи. Разрѣшеніе же этаго вопроса замедлилось отъ того, что сначала приступлено было къ изысканіямъ о снабженіи города водою изъ рѣки Радауне, затѣмъ изъ Вислы, но вслѣдствіи значительности расходовъ по осуществленію этихъ проектовъ, а главное въ виду недостаточно хорошаго качества воды изъ этихъ источниковъ, предположенія эти были оставлены. Въ 1868 году по предложенію берлинскихъ предпринимателей братьевъ Aird, произведены были изысканія и составленъ проектъ, по снабженію Данцига ключевою водою (по картѣ окрестностей Данцига, мѣстность расположенія ключей обозначена буквою А) изъ ключей близъ Прангенау, находящихся, въ разстояніи 20 километровъ отъ Данцига. 25 Іюля того же 1868 года проектъ былъ утвержденъ Городскимъ Управленіемъ къ исполненію, работы по разработкѣ ключевыхъ источниковъ приняло на себя Городское Управленіе, работы же по устройству водоснабженія были сданы фирмѣ Aird.

21 Іюня 1869 года магистральная линія водопровода была уже окончена. Притокъ ключевой воды былъ расчитанъ первоначально на 300,000 кб. футъ въ сутки, дѣйствительный же расходъ воды варьируетъ, по времени года, отъ 120 до 170 литровъ въ сутки на человѣка; вода прозрачная, — чистая и хорошаго качества, температура отъ 5 до 7° Цельсія; отъ ключеваго источника до водокачки на разстояніи $14\frac{3}{4}$ километровъ вода течетъ самотекомъ (Б); резервуаръ водокачки (В) вмѣстимостію 5,000 кб. м., то есть соотвѣтствуетъ расходу воды въ теченіи полусутокъ. Устройство водопровода обошлось въ 1.622,058 марокъ или около 21 марки на каждаго жителя.

Такой успѣшный ходъ работъ по устройству водоснабженія побудилъ Городское Управленіе сдать въ томъ же 1869 году, той же самой фирмѣ Aird, работы по канализаціи, на основаніяхъ проекта выработаннаго Вибе. Фирма Aird, детальную разработку проекта канализаціи поручила извѣстному специалисту этаго дѣла Инженеру Лейтаму, устроившему канализацію въ Кройдонѣ. Фирмѣ Aird предоставлено было устройство канализаціи съ тѣмъ условіемъ, что она въ теченіи 30 лѣтъ принимаетъ на себя расходы по содержанію и ремонту какъ канализаціонной сѣти, такъ и насосной станціи, а городъ съ своей стороны предоставляетъ фирмѣ Aird въ безвозмездное пользованіе около 500 гектаровъ земли подъ поля орошенія.

Сообразно мѣстнымъ условіямъ, весь городъ относительно канализаціи подраздѣленъ на 4 раіона, а именно: первый колекторъ (№ 1) служитъ для принятія всѣхъ нечистотъ изъ канализаціонной сѣти сѣверо-западной части города, 2-й колекторъ (№ 2) служитъ для принятія всѣхъ нечистотъ изъ канализаціонной сѣти части города расположенной по правую сторону рѣки Мотлау, 3-й колекторъ (№ 3) служитъ для принятія всѣхъ нечистотъ изъ канализаціонной сѣти части города, расположенной по лѣвую сторону рѣки Мотлау; 4-й—(№ 4) служитъ для принятія всѣхъ нечистотъ изъ канализаціонной сѣти восточной, низменной части города.

Колекторъ № 1 расположенъ за крѣпостнымъ валомъ; въ концѣ пересѣкаетъ крѣпостной ровъ и посредствомъ дукера № 9, соединяется съ колекторомъ № 4, низменной части города; этотъ колекторъ въ свою очередь соединяется передъ пересѣченіемъ рѣки Мотлау съ колекторомъ № 2 и затѣмъ посредствомъ дукера № 10, проводятъ нечистоты на насосную станцію Е. Вслѣдствіе значительнаго судоходства по рѣкѣ Мотлау, дукеръ № 10 расположенъ на 5 м. ниже средняго уровня водъ рѣки Мотлау. Такимъ образомъ всѣ нечистоты отводятся колекторами на насосную станцію.

Всѣ колекторы сложены изъ кирпича на портландскомъ цементѣ, имѣютъ въ поперечномъ сѣченіи яйцеобразный профиль слѣдующихъ размѣровъ: 630 на 940, 720 на 1250 и 940 на 1410 мм; наибольшая глубина заложенія колекторовъ достигаетъ 6,3 метровъ; каналы устроены изъ штейнгутовыхъ трубъ діаметромъ отъ 235 до 520 мм.; уклонъ ихъ отъ 1:1500 до 1:2400; по этимъ трубамъ стекаютъ всѣ домашніе, кухонные, ватерклозетные и уличные нечистоты.

На насосной станціи, предварительно накачиванія нечистотъ насосами, онѣ пропускаются чрезъ металлическую рѣшетку, посредствомъ которой, задерживаются всѣ посторонніе предметы попавшіе въ каналы, и посредствомъ особаго приспособленія они постепенно оттуда извлекаются.

Для промывки каналовъ устроены особыя промывныя чугунныя двери, которыя дѣйствуютъ какъ шлюзы; для очистки и вентилированія устроены спускные и вентиляціонные колодцы. Для промывки каналовъ въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ они не изобилуютъ водою, въ особенности въ началѣ канализаціонной сѣти, проведены особые каналы (7) посредствомъ которыхъ въ канализаціонную сѣть вводится по мѣрѣ надобности вода изъ рѣки Радауне. Водопроводная сѣть, также соединена въ нѣкоторыхъ пунктахъ съ канализаціонною сѣтью, такъ, что въ случаѣ крайней надобности, водопроводъ также можетъ служить для промывки канализаціонной сѣти. Промывка всей канализаціонной системы можетъ быть произведена въ 20 дней, 6 рабочими. Приспособленія эти вполнѣ обезпечиваютъ правильное дѣйствіе стоковъ и предупреждаютъ засореніе каналовъ.

На насосной станціи находятся двѣ паровыя машины по 60 силъ каждая, въ дѣйствіи постоянно находится одна изъ этихъ машинъ, что достаточно для нагнетанія нечистотъ на поля орошенія. Съ насосной станціи нечистоты нагнетаются на поля орошенія по трубѣ, діаметромъ 575 мм.; длина трубы отъ насосной станціи до устья на поляхъ орошенія 2904 метровъ. Нагнетательная труба пересѣкаетъ на своемъ пути рѣку Мотлау, два крѣпостныхъ рва и затѣмъ рукавъ рѣки Вислы, послѣднюю посредствомъ желѣзнаго дукера длиною 141 метр., расположеннаго на глубинѣ 5,65 метр. подъ среднемъ уровнемъ Вислы. Устье трубы на поляхъ орошенія расположено на 5,8 метр. выше средняго уровня воды въ рѣкѣ Вислѣ.

Насосы работаютъ среднимъ сисломъ 19 часовъ въ сутки и доставляютъ на поля орошенія по 13,500 кб. метровъ канализаціонныхъ водъ. Температура канализаціонныхъ водъ, въ каналахъ, достигаетъ 15° Цельсія въ Августѣ мѣсяцѣ и 4,5° въ Февралѣ; въ устьѣ же нагнетальной трубы на поляхъ орошенія 8,75° въ Августѣ и 5,5 въ Февралѣ.

Соединеніе домовыхъ стоковъ съ канализацieю обязательно для домовладѣльцевъ и за этимъ существуетъ строгое наблюденіе со стороны Городскаго Управленія За пользованіе канализаціонною сѣтью никакого налога или платы не взимается. Устройство канализаціи обошлось въ 2.100,000 марокъ, или 28,56 марокъ на человѣка. Къ устройству приступили въ Августѣ 1869 года и несмотря на войну, въ Декабрѣ 1871 г. работы были окончены и канализація дѣйствуетъ съ тѣхъ поръ вполнѣ удовлетворительно.

Поля орошенія.

Поля орошенія устроены на принадлежащей Городскому Управленію мѣстности расположенной по побережью Балтійскаго моря; мѣстность эта исключительно песчаная и неплодородная. Расположеніе открытаго цементнаго канала, въ который изливаются нечистоты изъ нагнетательной трубы; расположеніе отдѣльныхъ участковъ полей орошенія, оросительныхъ канавъ, и главныхъ водоотводныхъ канавъ, видно изъ ситуаціоннаго плана. Орошеніе производится слѣдующимъ образомъ: изъ открытаго цементнаго канала нечистоты стекаютъ въ оросительные продольные рвы, которые на извѣстныхъ протяженіяхъ заграждаются деревянными поперечными щитами; нечистоты заполнивъ эти рвы начинаютъ переходить въ поперечные ровики и по заполненіи ихъ, переливаются по площади того участка поля, который желаютъ оросить; каждый такой участокъ огражденъ землянымъ валикомъ; посредствомъ деревянныхъ щитовъ расположенныхъ въ оросительныхъ канавкахъ, представляется возможность направить нечистоты на тотъ именно участокъ, который подлежитъ орошенію. Для собиранія тѣхъ водъ, которыя просочились чрезъ поля орошенія, устраиваются особыя водоотводныя канавы, посредствомъ которыхъ воды эти отводятся въ рукавъ рѣки Вислы.

По контракту 1869 года, всѣ сточные воды предоставлены въ пользованіе, какъ было сказано выше, для полей орошенія, въ распоряженіе фирмѣ Aird, на 30 лѣтъ, съ предоставленіемъ ей подъ устройство полей до 500 гектаровъ земли. По окончаніи обусловленнаго контрактнаго періода, фирма Aird обязуется возвратить Городскому Управленію всѣ земли занятыя подъ поля орошенія, со всѣми находящимся на нихъ приспособленіями и устройствами; что же касается возведенныхъ на этихъ земляхъ построекъ, то они оцѣниваются избранными Городскимъ Управленіемъ свѣдующими людьми и затѣмъ Городское Управленіе входитъ въ соглашеніе съ фирмою Aird объ уступкѣ этихъ построекъ въ собственность города, согласно произведенной оцѣнкѣ; если фирма Aird признаетъ оцѣнку для себя невыгодною и соглашенія не послѣдуетъ, то она обязуется постройки эти снести, а матеріалъ оставить въ свою пользу.

Расходы по планировкѣ этой мѣстности подъ поля орошенія, довольно значительны и достигаютъ до 800 марокъ на гектаръ, что впрочемъ находится въ зависимости оттого, планируются ли участки болѣе ровные или холмистые. Урожай травъ на Данцигскихъ поляхъ орошенія даютъ отъ 5 до 6 укосовъ; кормовая свекловица достигаетъ громадныхъ размѣровъ и охотно покупается; нѣсколько участковъ занято подъ цвѣтоводство и тамъ же устроены всѣ приспособленія для приготовленія цвѣтовъ иммортелей, которые въ большемъ количествѣ сбываются въ Америку.

Объясненіе къ картѣ:

А. — Ключевые источники, служащіе для водоснабженія города Данцига;
Б — Водопроводная труба;
В — Водоподъемное зданіе;
Г — Городъ Данцигъ—расположенъ около 8 верстъ отъ моря:
Д — Отводный колекторъ, діам 1 ф. 10 д., служащій для отвода нечистотъ отъ насосной станціи на поля орашенія.

Е — Насосная станція, на которую стекаются всѣ нечистоты по канализаціонной системѣ; здѣсь происходитъ задержаніе и извлеченіе изъ нечистоты всѣхъ твердыхъ постороннихъ частей, попавшихъ въ канализаціонные каналы; затѣмъ происходитъ перекачиваніе нечистотъ насосами и поступленіе ихъ въ отводный колекторъ *Д*.
Ж — Поля орошенія.
З — Море.
I — Открытый цементный каналъ, въ который вливаются нечистоты изъ отводнаго колектора и изъ котораго нечистоты спускаются непосредственно на поля орашенія.
К — Устье Вислы до 1840 года;
Л — Устье Вислы отъ 1840 года по настоящее время.

Планъ города Данцига.

1 — Главный колекторъ сѣверо-западной части города расположенной за крѣпостнымъ рвомъ *(Aussenwerke)*;
2 — Главный колекторъ части города расположенной по правую сторону рѣки Мотлау;
3 — Главный колекторъ части города расположенной по лѣвую сторону рѣки мотлау;
4 — Главный колекторъ части города называемаго Альтштадтъ (старѣйшей части города).
5 — Рѣка Мотлау.
6 — Рѣка Радауне.
7 — Каналъ принимающій воду изъ рѣки Радауне, служащей для промывки системы водостоковъ и главнаго колектора подъ № 3.
8 — Каналъ принимающій воду изъ рѣки Радауне, служащей для промывки системы водостоковъ и главнаго колектора подъ № 2.
9 — Дюкеръ проходящій чрезъ крѣпостной ровъ и соединяющій главный колекторъ подъ № 1 съ главнымъ колекторомъ подъ № 4.
10 — Дюкеръ идущій отъ мѣста соединенія колекторовъ № 2 и 4, черезъ рѣку Мотлау къ насосной станціи *Е*;
Е — Насосная станція.
Д — Нагнетательная труба отводящая нечистоты на поля орашенія.

Ситуаціонный планъ полей орошенія.

I. Отводный колекторъ.
II. Устье отводнаго колектора; оно возвышается на 5—8 метр. надъ уровнемъ Вислы.
III. Открытый цементный каналъ изъ котораго нечистоты спускаются въ открытыя канавы полей орошенія.
IV. Побережье, состоящее изъ сыпучихъ песковъ образующее такъ называемыя данцигскія дюны.
- - - Открытыя канавы по которымъ стекаютъ нечистоты и распространяются по отдѣльнымъ участкамъ полей орошенія.
——— Водопроводныя канавы, имѣющія стокъ въ Главн. отводн. канал. *V*.
VI. Хозяйственныя постройки, сараи, конюшни, амбары и проч.

Инж. Арх. А. Мерцъ.

Обзоръ строительныхъ журналовъ.

4. Zeitschrift des œsterreichischen Ingenieur und Architecten-Vereins.

II. III. und IV. Heft, 1887.

Вторая статья содержитъ описаніе нѣкоторыхъ гаваней и рѣчныхъ сооруженій сѣверной Франціи. Кромѣ теченія верхней Лоары и нижней Сены, описаны гавани Нанта, Санъ-Назера, Руана и Гавра.

Небольшая статья посвящена вопросу объ установленіи однообразія, для желѣзныхъ дорогъ, при выборѣ основныхъ линій для нивеллировокъ.

Въ заключеніе нѣсколько замѣчаній профессора Мюллера-Бреслау, по поводу статьи «статически неопредѣленныя системы и пр.» профессора Штейнера и возраженія послѣдняго.

Первая статья представляетъ извлеченіе изъ пояснительной записки русскаго инженера Путей Сообщенія Вейсблата о кавказской желѣзной дороги изъ Батума и Поти черезъ Сурамскій перевалъ до Баку.

Въ статьѣ указаны чрезвычайныя затрудненія и неудобства происходящія отъ чрезмѣрно крутыхъ уклоновъ на горномъ участкѣ дороги. Уклоны дороги достигаютъ 0,04625 — это самый большой уклонъ изъ всѣхъ дорогъ Европы за исключеніемъ системъ имѣющихъ зубчатую полосу по срединѣ пути. Въ виду этихъ неудобствъ было проектировано нѣсколько варьянтовъ, въ которыхъ крутые уклоны замѣнены были пологими и тоннелемъ.

Изъ всѣхъ варьянтовъ избранъ тотъ, въ которомъ уклоны къ сторонѣ наибольшаго движенія грузовъ (къ Поти) не превышаютъ 0,010, а длина тоннеля 2,744 метра.

Въ статьѣ приведено приблизительное исчисленіе стоимости и времени потребнаго для постройки тоннеля, руководствуясь опытомъ постройки С.-Готардскаго и Арльбергскаго тоннелей.

Во второй статьѣ описана зубчатая желѣзная дорога извѣстной системы Риггенбаха (дорога на гору Риги въ Швейцаріи) назначенная для перевозки руды у Гёльница, въ Венгріи.

Въ послѣдней статьѣ — архитектора профессора Ауэра приведены примѣры древнихъ облицовокъ квадровымъ камнемъ важнѣйшихъ построекъ Рима и Флоренціи.

Типографія А. Таговъ, Мѣщанская, д. № 20.

Редакторъ-Издатель Э. П. ДЕКЛЕРОНЪ.

Чугунно-Литейный Машинный Заводъ

ИСИДОРА ГОЛЬДБЕРГА

доставляетъ ОТЛИВКУ для ПОСТРОЕКЪ: ПЕЧЕЙ, КАМИНОВЪ, обыкновенныхъ кабинетныхъ и ВАННЪ.

ПЛИТЫ, обыкновен. и патента ЭСМАРХЪ тщательн. отливки.
БАЛЮСТРАДЫ ПОДЪѢЗДЫ и КОЛОННЫ въ большомъ выборѣ.
ПАРОВОЕ и ВОДЯНОЕ ОТОПЛЕНІЕ новѣйш. системъ.
РАКОВИНЫ, МОНИТОРЫ, КЛОЗЕТЫ русскіе и американскіе.
всѣ строительныя принадлежности имѣются всегда на складѣ.

ШКИВЫ складныя и цѣльныя всѣхъ величинъ въ запасѣ.
ПОДЪВѢСКИ, КРОНШТЕЙНЫ и принадлежн. для ПЕРЕВОДОВЪ обыкнов. и системы ЗЕЛЛЕРА въ запасѣ по оптовой цѣнѣ.

ЗУБЧАТЫЯ КОЛЕСА изготовляются безъ моделей раздѣльными машинами.
Механическія работы исполняются аккуратнымъ образомъ.

ЗАВОДЪ В. Невка 77. КОНТОРА (Телефонъ 955) Екатерин. кан. 92.
Отдѣленіе въ Москвѣ Б. Никитская д. Кузнецова.
ТОРГОВЦАМЪ ПО ФАБРИЧНЫМЪ ЦѢНАМЪ.



Телефонъ № 295.

Оставшіеся въ самомъ ограниченномъ количествѣ
экземпляры книги
Архитектора СВІЯЗЕВА
„Теоретическія основанія печнаго искуства".
Можно получать въ Спб. Обществѣ Архитекторовъ
по 2 руб. за экземпляръ.

ГЕНРИХЪ ФЕННЕБЕРГЪ

Екатерининскій каналъ, у Кокушкина м., № 68.
С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ГАЗО-ВОДОПРОВОДНЫЯ МАСТЕРСКІЯ
и СКЛАДЪ
ГАЗО-ВОДОПРОВОДНЫХЪ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ
УСТРОЙСТВО
ПАРОВЫХЪ и ВОДЯНЫХЪ ОТОПЛЕНІЙ
ПРАЧЕШЕНЪ и КУХОНЬ

ТОРГОВЛЯ
Путиловскими плитными матеріалами и сѣрой гашеной известью
Владиміра Осиповича
КОЛЫШКО.
КОНТОРА И ПЛИТНЫЙ ДВОРЪ
Фонтанка, № 103 уголъ Малкова переулка, рядомъ съ Александровскимъ рынкомъ,
Въ С.-ПЕТЕРБУРГѢ.

ДОМЪ

продается близь Таврическаго сада. Земли болѣе 1000 кв. саженъ.

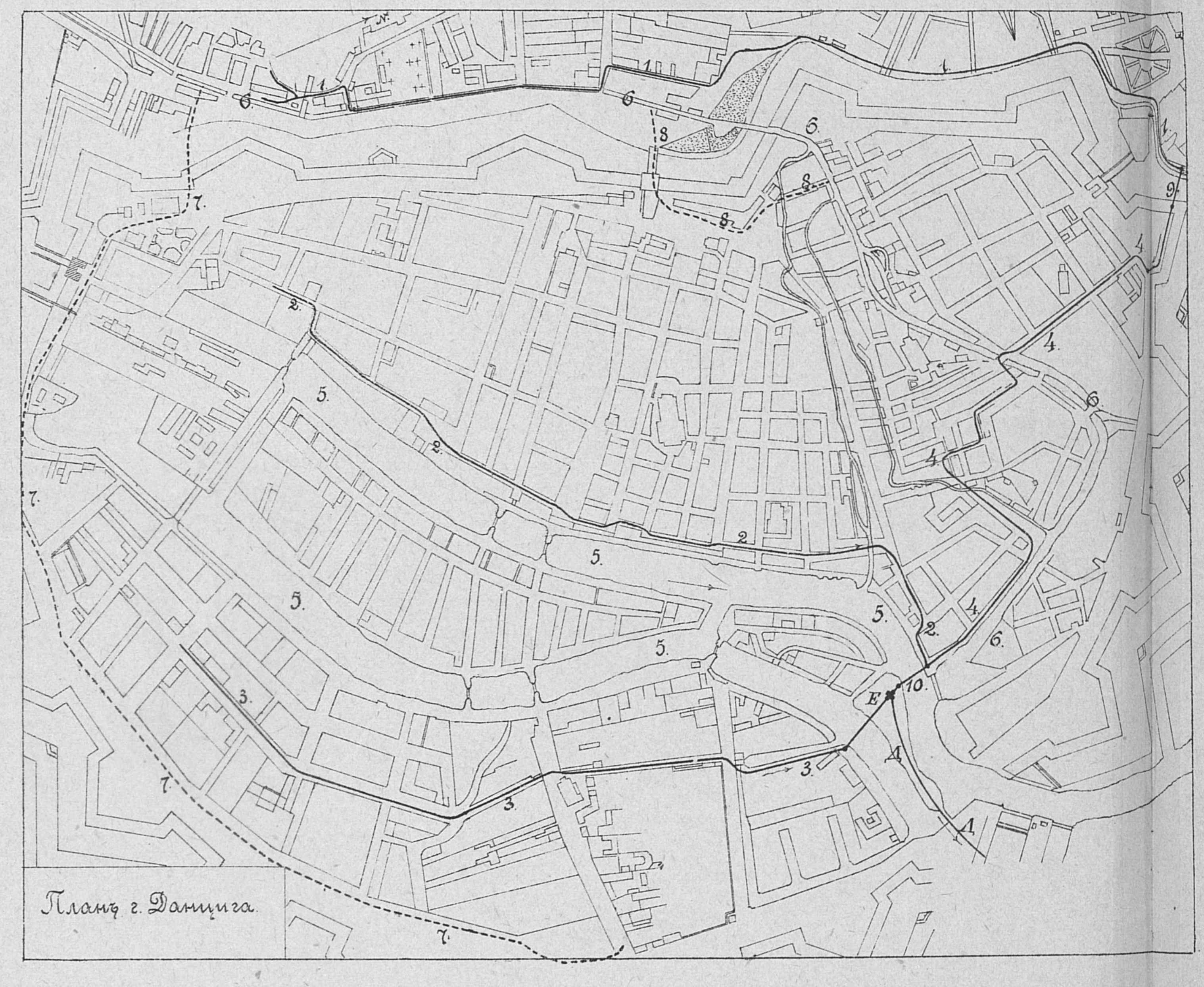
Узнать въ конторѣ журнала «Зодчій».

Портландскій цементъ
ЗАВОДА
ПОРТЪ КУНДА.
Метлахская мозаичная плита. Орнаменты изъ искуственнаго камня. Эстляндскій сѣрый мраморъ,
(куски, ступени, подоконники и т. д.)
ВЪ КОНТОРѢ
КОСЪ и ДЮРРЪ,
С.-ПЕТЕРБУРГЪ. Адмиралтейская площадь № 8.

Печ. разр. 10 Ноября 1888 г. Спб. Градон. Ген. Лейт. Грессеръ. Типографія А. Таговъ, Мѣщанская, д. № 20.

ПРИЛОЖЕНІЕ КЪ СТАТЬѢ А. А. МЕРЦА:

„КАНАЛИЗАЦІЯ ДАНЦИГА".



Ситуаціонный планъ полей орошенія.

Масштабъ
0 100 200 300 400 500 600
метр.

Автолит. Ф. Кремеръ, С.П.Б.

1888 годъ (XVII).

ЗОДЧІЙ,

ЖУРНАЛЪ АРХИТЕКТУРНЫЙ и ХУДОЖЕСТВ.-ТЕХНИЧЕСКІЙ,

ОРГАНЪ

С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО ОБЩЕСТВА АРХИТЕКТОРОВЪ.

№№ 7 и 8. Іюль и Августъ 1888 г.

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:
Въ С.-Петербургѣ, безъ доставки . . 12 р.
„ „ съ доставкою и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи. 14 „
Заграницу, въ государства международнаго почтоваго союза. . . 17 „
Для студентовъ, при подпискѣ чрезъ казнач. учеб. завед., безъ дост. 9 „
съ доставкою . . . . . 10 „
Для гг. служащихъ и студентовъ допускается разсрочка по третямъ года, чрезъ казначеевъ.

КОНТОРА РЕДАКЦІИ
ОТКРЫТА
ежедневно, кромѣ воскресныхъ и табельныхъ дней, отъ 10 ч. утра до 4 пополудни.

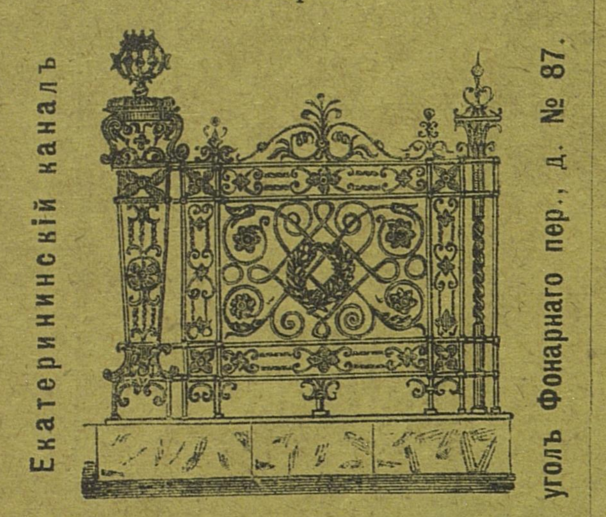
Редакція отвѣтствуетъ за исправную доставку журнала только лицамъ, подписавшимся непосредственно въ конторѣ ея — С.-Петербургъ, 5 рота Измайловскаго полка, д. № 12, кв. № 4.

ОБЪЯВЛЕНІЯ
принимаются для печатанія только въ конторѣ редакціи. Иногороднымъ, по требованію, высылается указатель платы за объявленія, по которому они могутъ заказывать печатаніе непосредственно въ конторѣ редакціи.

СОДЕРЖАНІЕ:

Луи Реннеръ

художественно-строительная слесарная мастерская.



Изъ кованнаго желѣза:

рѣшетки, балконы, лѣстницы, фонари, канделябры, лампады, часовни и проч.



Петербургскій Портландъ-Цементъ.

Товарищество Глухоозерскаго завода симъ доводитъ до всеобщаго свѣдѣнія Гг. потребителей, что Товарищество увеличивъ свой заводъ началo вновь производство общепризнаннаго и испытаннаго

ПОРТЛАНДЪ-ЦЕМЕНТА

высшаго достоинства и покорнѣйше проситъ какъ съ требованіями, такъ и съ заказами на оный, исключительно обращаться къ представителю товарищества

Е. Аригольдъ, здѣсь

Караванная № 9. Телефонъ № 1222.

ФИРМА

„Быстро-высыхающія масляныя краски“

К. Андерсонъ и Ко.

Въ С.-Петербургѣ. Толмазовъ пер., № 3.

Имѣетъ честь предложить свои краски и масло, какъ самыя удобныя для спѣшныхъ малярныхъ работъ. — Краски вполнѣ высыхаютъ въ продолженіи 1½—2-хъ часовъ на крѣпко безъ отлипа. Дождливыя, прохладныя погоды не оказываютъ никакого вліянія на быстроту и прочность высыханія. — Рекомендуемъ свои краски для асфальта и цемента. Фирма принимаетъ подряды и всѣ малярныя работы.

Прейсъ-Курантъ, смѣты и всѣ свѣдѣнія безплатно. 3

ТОВАРИЩЕСТВО картонно-тольнаго производства А. НАУМАНЪ и Ко.

Контора, Гороховая, № 20. Телефонъ № 140. С.-Петербургъ.

Фабрика, Шлиссельбургскій трактъ, № 62. Телефонъ № 1125.

Огнеупорный асфальтовый толь, асфальтовый лакъ, шведскій картонъ.

Покрытіе крышъ съ многолѣтнею гарантіею.

Брошюры, прейсъ-куранты, смѣты и всѣ свѣдѣнія безплатно.

ГОДЪ XVII.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ
въ конторѣ редакціи:
С.-Петербургъ, Измайловскій полкъ,
5-я рота, д. № 12, кв. 4.

ЗОДЧІЙ

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:
въ С.-Петербургѣ, безъ дост. 12 р.
съ доставкою въ Спб. и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи 14 „
съ пересылкой за границу . . 17 „

№№ 7 и 8. ІЮЛЬ и АВГУСТЪ. 1888 г.

Объ искуственномъ замедленіи схватыванія портландскихъ цементовъ.

(Nouv. Ann. de la constr).

Весьма часто встрѣчается необходимость въ цементахъ, твердѣющихъ съ извѣстной медленностью. Когда пропорція раствора достаточно тоща, какъ это напр. бываетъ при обыкновенной кирпичной кладкѣ, то медленность схватыванія въ большинствѣ случаевъ вполнѣ достаточна, при употребленіи продуктовъ должного качества; но когда пропорція цемента относительно песку дѣлается болѣе значительной, срокъ схватыванія такого раствора мало отличается отъ срока схватыванія чистого цементнаго тѣста и въ этомъ случаѣ обыкновенно бываетъ гораздо менѣе 10—12 часовъ, что необходимо при нѣкоторыхъ работахъ.

Желательно найти практическое средство замедлять схватываніе такихъ цементовъ, не вредя, разумѣется, ихъ окончательной прочности.

Въ приморскихъ сооруженіяхъ эта задача рѣшается наиболѣе простымъ образомъ, такъ какъ давно уже извѣстно, что морская вода болѣе или менѣе сильно замедляетъ отвердѣваніе цементовъ.

Такимъ образомъ остается только рѣшить вопросъ о томъ, какая именно составная часть морской воды оказываетъ данное вліяніе.

Разсмотримъ сначала, въ чемъ состоитъ и въ какихъ предѣлахъ измѣняется дѣйствіе морской воды на цементы, въ зависимости отъ свойствъ послѣднихъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда для затворенія взята морская вода, схватываніе всегда наступаетъ позднѣе, чѣмъ при затвореніи прѣсной водою, но эта разница бываетъ болѣе или менѣе, въ зависимости отъ состава цементовъ и отъ времени, въ теченіи которого они подвергались дѣйствію воздуха.

Далѣе, разница въ срокѣ схватыванія между цементами, затворенными на прѣсной и морской водѣ, гораздо болѣе замѣтна въ сильно обожженныхъ, чѣмъ въ слабо обожженныхъ цементахъ. Такимъ образомъ въ первыхъ разница эта достигаетъ нѣсколькихъ часовъ, въ послѣднихъ же можетъ ограничиваться лишь нѣсколькими минутами. Цементы, содержащіе избытокъ глины, въ этомъ отношеніи сходны съ слабо обожженными. Вообще говоря, цементы нормальнаго состава и обжига, затворенные на морской водѣ, имѣютъ срокъ схватыванія отъ 3 до 6—8 часовъ; глинистые или недожженные цементы схватываются при тѣхъ-же обстоятельствахъ въ 15—20 минутъ. При употребленіи прѣсной воды схватываніе первыхъ продолжается различно — отъ 15 минутъ до 2—3 часовъ, у недожженныхъ оканчивается всегда въ нѣсколько минутъ.

Продолжительное соприкосновеніе съ влажнымъ воздухомъ существенно измѣняетъ результаты, которые получаются отъ тщательно сберегаемыхъ цементовъ. Цементы хорошаго качества при этомъ весьма долго сохраняютъ первоначальный срокъ схватыванія, какъ при морской, такъ и при прѣсной водѣ; дурно же обожженные или неправильно составленные цементы, хотя и сохраняютъ достаточно долго первоначальный срокъ схватыванія на прѣсной водѣ, но за то весьма сильно измѣняютъ схватываніе на морской водѣ, срокъ котораго черезъ нѣсколько мѣсяцевъ можетъ возрости до 15—20 часовъ.

Наконецъ, если продолжительность времени, въ теченіи котораго цементъ подвергается атмосферной влажности, слишкомъ велика, то срокъ схватыванія дѣлается во всякомъ случаѣ почти одинаковымъ какъ для морской, такъ и для прѣсной воды и притомъ всегда очень долгимъ. Естественно, при этомъ цементъ уже потерялъ значительную часть своихъ достоинствъ и по качествамъ приближается къ гидравлической извести, схватываніе которой мало измѣняется отъ состава затворяющей воды.

Всѣ приведенные выводы имѣютъ лишь общій характеръ и могутъ быть совершенно справедливы только при абсолютно одинаковыхъ условіяхъ температуры, пропорціи затворяющей воды, влажности воздуха и т. д. Одинъ литръ обыкновенной морской воды содержитъ среднимъ числомъ 35 гр. растворенныхъ въ ней солей; первое мѣсто среди ихъ принадлежитъ хлористому натрію; далѣе идутъ сѣрнокислая и хлористая магнезія, гипсъ, небольшія количества глауберовой соли и слѣды брома, іода, кремнія и т. д. Такъ напр., анализъ воды въ Boulogne-sur-mer (плотность 1,0246 при 15°) показываетъ на одинъ литръ ея 35,720 гр. солей, а именно:

Углекислой извести	0.096 гр.
Сѣрнокислой извести	1.301 »
Сѣрнокислой магнезіи	2.143 »
Хлористого магнія	0.919 »
Хлористого натрія	30.248 »
Прочихъ соединеній	1.013 »
	35.720 гр.

A priori можно было бы предполагать, что хлористый натрій, находясь въ морской водѣ въ наибольшемъ количествѣ по сравненію съ прочими солями, долженъ вмѣстѣ съ тѣмъ оказывать и наибольшее вліяніе на схватываніе цементовъ. Съ цѣлью опредѣленія этого вопроса былъ приготовленъ рядъ растворовъ, содержащихъ отъ 10 до 50 гр. хлористого натрія на литръ воды.

Однако, затворяя различные цементы приготовленными растворами и прѣсной водой, не удалось получить сколько нибудь замѣтной разницы въ срокахъ схватыванія. Это показываетъ, что хлористый натрій не оказываетъ, по крайней мѣрѣ непосредственно, вліянія на схватываніе цемента. Приготовивъ затѣмъ растворъ въ 10 гр. сѣрнокислой магнезіи на литръ и затворивъ имъ цементъ, удалось получить схватываніе, болѣе медленное, чѣмъ при прѣсной водѣ, весьма приближающееся къ схватыванію при морской водѣ.

Растворъ 10 гр. хлористого магнія вызвалъ схватываніе нѣсколько болѣе медленное, чѣмъ при морской водѣ. Наконецъ, предполагая реакцію между хлористымъ магніемъ и гидратомъ извести, которую мы разсмотримъ далѣе, былъ испробованъ растворъ 10 гр. хлористого кальція и результатъ оказался чрезвычайно близокъ къ результатамъ хлористаго магнезіи.

Приводимъ здѣсь результаты упомянутыхъ испытаній, произведенныхъ надъ четырьмя цементами, различными по качеству и составу:

Продолжительность схватыванія, при затвореніи:

№ цемента.	Прѣсной водой.	Морской водой.	Растворами (на литръ 10 гр.) Сѣрнокислой магнезіи.	Хлористого магнія.	Хлористого кальція.
1	0 ч. 4 м.	0 ч. 21 м.	0 ч. 23 м.	0 ч. 30 м.	0 ч. 18 м.
2	0 » 25 »	7 » 30 »	4 » 40 »	12 » 0 »	10 » 00 »
3	5 » 00 »	8 » 50 »	12 » 00 »	14 » 0 »	14 » 00 »
4	0 » 22 »	7 » 12 »	6 » 00 »	8 » 0 »	6 » 50 »

Приведенная таблица наглядно показываетъ ту роль, которую играютъ хлористая и сѣрнокислая магнезія въ морской водѣ и нельзя сомнѣваться въ томъ, что именно вліяніе названныхъ двухъ веществъ обусловливаетъ дѣйствіе морской воды на цементы *).

*) Здѣсь, какъ и въ дальнѣйшемъ изложеніи, мы обозначаемъ полный срокъ схватыванія цемента, т. е. время, прошедшее съ момента затворенія до того момента, когда игла въ 300 гр. не углубляется въ цементъ замѣтнымъ образомъ. Этотъ способъ даетъ весьма точные результаты при значительной или средней скорости твердѣнія цементовъ; для очень медленно твердѣющихъ цементовъ точность уменьшается и моментъ окончательнаго схватыванія тогда болѣе или менѣе неопредѣленъ. Это впрочемъ не осо-

Реакціи, происходящія при подобномъ дѣйствіи, весьма просты, а именно сѣрнокислая магнезія въ присутствіи извести переходитъ въ гипсъ, образуя магнезію:

$$SO_3,\ Mg\ O + Ca\ O = SO_3,\ Ca\ O + Mg\ O;$$

Гипсъ и хлористый натрій при надлежащей температурѣ могутъ образовать глауберову соль и хлористый кальцій:

$$SO_3,\ Ca\ O + Na\ Cl = SO_3,\ Na\ O + Ca\ Cl;$$

Хлористый магній и известь даютъ хлористый кальцій и магнезію:

$$Mg\ Cl + Ca\ O = Ca\ Cl + Mg\ O.$$

Приведенныя наблюденія даютъ намъ возможность искуственно вызвать у цемента срокъ схватыванія, соотвѣтствующій тому, который наблюдается при дѣйствіи морской воды. Сѣрнокислая магнезія, образующая гипсъ и притомъ представляющая сравнительно дорогой матерьялъ, неудобна для данной цѣли. Болѣе удобенъ хлористый магній, вызывающій образованіе хлористаго кальція, который, какъ мы видѣли, является столь-же энергичнымъ дѣятелемъ, какъ и обѣ остальныхъ соли. Кромѣ весьма низкой цѣны послѣдняго матерьяла, получаемаго какъ побочный продуктъ, онъ еще удобенъ тѣмъ, что при немъ происходитъ весьма простая реакція, безъ образованія окисла, являющагося при двухъ другихъ реакціяхъ. Наконецъ, какъ мы покажемъ далѣе, употребленіе его нетолько не уменьшаетъ дальнѣйшей прочности цементнаго раствора, но онъ даже значительно увеличиваетъ ее, будучи примѣшанъ въ малыхъ дозахъ. Поэтому остановимся подробнѣе на дѣйствіи хлористаго кальція. Для изученія его были приготовлены растворы, содержащіе отъ 2 до 300 гр. хлористаго кальція на литръ воды. Результаты помѣщены въ слѣдующей таблицѣ:

Растворъ хлористого кальція, въ граммахъ на литръ.	Продолжительность схватыванія.			
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
2	0 ч. 5 м.	1 ч. 0 м.	8 ч. 0 м.	1 ч. 34 м
5	0 » 8 »	10 » 0 »	12 » 0 »	2 » 0 »
10	0 » 18 »	10 » 0 »	14 » 0 »	6 » 50 »
20	1 » 0 »	12 » 0 »	10 » 30 »	8 » 0 »
40	4 » 35 »	8 » 0 »	6 » 30 »	8 » 35 »
60	3 » 20 »	6 » 0 »	4 » 0 »	6 » 0 »
100	0 » 3 »	0 » 20 »	0 » 30 »	3 » 30 »
200	0 » 3 »	0 » 9 »	0 » 5 »	0 » 25 »
300	0 » 2 »	0 » 8 »	0 » 3 »	0 » 5 »

Изъ этой таблицы видно, что по мѣрѣ увеличенія содержанія хлористаго кальція схватываніе сначала замедляется, достигаетъ извѣстнаго максимума и при дальнѣйшемъ увеличеніи крѣпости раствора опять сокращается.

Дѣйствіе болѣе или менѣе крѣпкихъ растворовъ хлористаго магнія вполнѣ сходно съ предъидущимъ; при содержаніи соли свыше 100 гр. схватываніе становится почти мгновеннымъ. Поэтому употребленіе такихъ крѣпкихъ растворовъ послѣдней соли для ускоренія схватыванія неудобно въ практическомъ отношеніи.

Изслѣдованіе дѣйствія другихъ солей—силикатовъ и углекислыхъ щелочей даетъ весьма цѣнныя свѣдѣнія относительно свойствъ тѣлъ, образующихся при твердѣніи гидравлическихъ растворовъ, но въ отношеніи замедленія схватыванія интереса не представляетъ.

Вотъ, слѣдовательно, средство для доставленія цементнымъ растворамъ желаемой медленности схватыванія. Растворъ хлористаго кальція, который оказывается удобнѣе прочихъ, долженъ содержать 10—20 гр. безводной соли на литръ воды и при его употребленіи срокъ схватыванія цементовъ, твердѣющихъ на прѣсной водѣ въ 15—20 минутъ, увеличивается до 8—10 часовъ для чистаго цемента и до 12—15 часовъ для цементнаго раствора, что вполнѣ достаточно для удобства работъ. Цементы, твердѣющіе на прѣсной водѣ менѣе чѣмъ въ 10 минутъ, не должны быть употребляемы.

Самый удобный способъ примѣшиванія раствора хлористаго кальція къ затворяющей водѣ состоитъ въ предварительномъ заготовленіи болѣе крѣпкаго раствора въ 33—34° по ареометру Бомэ, причемъ 1 литръ будетъ содержать около 400 гр. соли. Далѣе, къ 1 куб. метру затворяющей воды надо прибавлять 25—30 литровъ заготовленнаго такимъ образомъ раствора, причемъ и получится окончательная крѣпость его въ 10—15 гр. на литръ.

Стоимость неочищеннаго хлористаго кальція (75%) на мѣстѣ около 8 руб. за пудъ; употребляя растворъ въ 10 гр., мы имѣемъ расходъ отъ 80 коп. до 1 р. на кубическій метръ воды, а такъ какъ для затворенія 1 кубич. метра раствора идетъ обыкновенно около 250 литровъ воды, то стоимость 1 куб. метра раствора увеличивается приблизительно на 20—25 коп. или, переводя на кубическія сажени, около 1 р. 60 к.—2 р. на куб. с. раствора.

Трудно желать болѣе простого и дешеваго средства для замедленія схватыванія. Рекомендуемое обыкновенно для той же цѣли долговременное выдерживаніе цемента въ складахъ неудобно, такъ какъ стоимость цемента во все время нахожденія его въ складѣ представляетъ мертвый капиталъ и кромѣ того, совершенно неудовлетворительно въ прочихъ отношеніяхъ. Въ кучахъ или въ боченкахъ цементъ можетъ лежать годами, не претерпѣвая никакихъ измѣненій. Если цементъ хранится въ кучахъ, то лишь верхній слой его подвергается дѣйствію атмосферной влажности; слѣдовательно, чтобы достигнуть сколько нибудь осязательныхъ результатовъ, надо его раскладывать болѣе или менѣе тонкимъ слоемъ и время отъ времени переворачивать лопатами. Эта операція, возможная въ малыхъ размѣрахъ, сильно увеличиваетъ стоимость продукта; въ большихъ же массахъ она просто немыслима. Далѣе, такое дѣйствіе атмосферной влажности въ большинствѣ случаевъ замѣтно понижаетъ дальнѣйшую прочность цемента и тѣмъ уменьшаетъ его достоинство; примѣсь же хлористаго кальція чувствительно увеличиваетъ прочность цемента и это не должно быть упускаемо изъ вида.

Иногда для улучшенія качествъ цемента рекомендуютъ выдерживать его въ ящикахъ или въ ямахъ; это можетъ быть примѣнимо къ естественнымъ цементамъ, добываемымъ изъ рухляковъ различнаго состава и содержащимъ всегда извѣстныя, болѣе или менѣе значительныя количества свободной извести. Въ такихъ случаяхъ выдерживаніе цемента въ ямахъ абсолютно необходимо, но вмѣстѣ съ тѣмъ само по себѣ еще далеко недостаточно.

Въ этомъ отношеніи выдерживаніе въ складахъ искусственныхъ цементовъ должнаго состава совершенно безполезно, такъ какъ они свободной извести не содержатъ и поэтому могутъ быть употребляемы въ дѣло спустя лишь нѣсколько дней по ихъ изготовленіи.

Употребленіе крѣпкихъ растворовъ хлористаго кальція не вызвало даже черезъ три года никакого уменьшенія прочности въ растворахъ изъ чистаго цемента. Другая выгода употребленія хлористаго кальція заключается въ томъ, что онъ, подобно хлористому натрію, понижаетъ температуру замерзанія воды и поэтому даетъ возможность производить цементную кладку при довольно низкихъ температурахъ.

Убѣдившись въ томъ, что хлористый кальцій оказываетъ на срокъ схватыванія цементовъ вліяніе, вполнѣ сходное съ вліяніемъ морской воды, мы вправѣ предположить такую же аналогію и въ дѣйствіи того и другого вещества на прочность раствора.

Такъ какъ примѣсь хлористаго кальція можетъ быть особенно полезна въ работахъ, производимыхъ не подъ водою, а на воздухѣ, то мы будемъ разсматривать лишь сопротивленіе цементовъ, сохраняемыхъ при этихъ условіяхъ.

Отмѣтимъ здѣсь одну особенность, свойственную лишь портландскому цементу. Это единственный изъ гидравлическихъ продуктовъ, который на воздухѣ, при извѣстной влажности послѣдняго достигаетъ большей твердости, нежели подъ водою. При этомъ примѣсь песку почти не уменьшаетъ его прочности; такъ напр., смѣсь изъ 1 ч. портландскаго цемента и 3 ч. песку черезъ нѣсколько лѣтъ почти пріобрѣтаетъ твердость чистаго цемента.

Приводимъ здѣсь средніе выводы изъ испытаній надъ 32 образцами различныхъ цементовъ. Пробы хранились все время на воздухѣ; для раствора употреблялся рѣчной песокъ достаточной чистоты, но ниже нормальнаго.

бенно важно, такъ какъ въ цементахъ, схватываніе которыхъ продолжается 6, 12 или 15 часовъ, ошибка даже на 30 минутъ не представляетъ особой важности, а при опредѣленіи помощью иглы въ 300 гр. погрѣшность вообще не превышаетъ этихъ размѣровъ. Можно было бы вмѣсто окончанія схватыванія, отмѣчать моментъ его начала и когда игла перестаетъ совершенно пронизывать цементную пробу. Однако послѣдній способъ, дающій хорошіе результаты при достаточно быстромъ схватываніи, совершенно непригоденъ при весьма медленномъ; происходящее въ послѣднемъ случаѣ высыханіе и осадка массы совершенно достаточны, чтобы воспрепятствовать иглѣ проникнуть насквозь толщу раствора гораздо ранѣе момента совершенного схватыванія. Кромѣ того, всѣ описываемые опыты производились, затворя цементъ количествомъ жидкости, равнымъ 25—26% вѣса самого цемента, на практикѣ же это количество обыкновенно бываетъ болѣе, чѣмъ замедляется и самое схватываніе.

Вода.	Составъ раствора.	Сопротивленіе разрыву въ килогр. на кв. сант. въ концѣ 7 дней	28 дней	3 мѣс.	6 мѣс.	1 года	2 лѣтъ.
Прѣсная	Чистый цементъ . .	25,2	34,2	40,3	50,1	55,9	58,4
	1 ч. цем: 3. ч. песку	10,1	14,8	22,2	27,5	30,2	31,7
Морская	Чистый цементъ . .	25,7	37,1	44,0	52,6	57,8	61,4
	1 ч. цем: 3. ч. песку	13,3	18,5	25,8	33,4	37,4	41,2

Изъ этой таблицы видно, что морская вода увеличиваетъ прочность цемента и это увеличеніе не проходитъ съ теченіемъ времени. Покажемъ теперь, что дѣйствіе хлористаго кальція, подобно дѣйствію морской воды, также значительно увеличиваетъ сопротилленіе раствора.

Такъ какъ опыты, произведенные до сихъ поръ надъ слабыми растворами хлористаго кальція, имѣютъ пока лишь относительное значеніе, то мы ограничимся здѣсь выводами изъ испытаній надъ болѣе крѣпкими растворами, обнимающихъ собою двухлѣтній періодъ времени. Мы легко можемъ убѣдиться, что благопріятное для прочности раствора вліяніе хлористаго кальція точно также не уменьшается со временемъ.

№	Составъ затворяющей воды.	Составъ растворовъ.	Сопротивленію разрыву въ килогр. на кв. сант. въ концѣ 7 дней	28 дней	3 мѣс.	6 мѣс.	1 года	2 лѣтъ.
1	Прѣсная вода .	1 : 3	14,8	32,0	33,4	32,8	38,6	39,1
	Растворъ хлор. кальція въ 10° Ар. Бомэ. . . .	1 : 3	21,1	32,0	38,5	46,7	53,1	62,5
	Растворъ хлор. магнія въ 10° Ар. Бомэ. . .	1 : 3	20,9	29,4	38,0	47,5	52,4	57,5
2	Растворъ хлор. кальція въ 10° Бомэ	1 : 3	13,2	27,2	—	—	46,2	—
3	Растворъ хлор. кальція въ 10° Бомэ	1 : 3	16,1	28,3	—	—	49,0	—

Пробы сохранялись все время на воздухѣ; песокъ для раствора былъ приготовленъ изъ кварца, размолотаго до степени мелкости нормальнаго песку, который употреблялся во всѣхъ послѣдующихъ опытахъ.

Для сравненія сопротивленія при прѣсной водѣ и при слабыхъ растворахъ хлористаго кальція были изготовлены пробы растворовъ пропорціей 1 : 3, также сохранявшіеся все время на воздухѣ. Крѣпость раствора хлористаго кальція равнялась 20 гр. безводной соли на литръ воды.

№	Вѣсъ литра рыхло насыпаннаго цемента.	Остатокъ при просѣиваніи через сито въ 324 кл.	900 кл.	5000 кл.	Составъ затворяющей воды.	Срокъ схватыванія чистаго цемента.	Вѣсъ жидкости, употребленной для затворенія.	Сопротивленіе разрыву въ килогр. на кв. с. въ концѣ 7 дней	28 дней	3 мѣс.
1	1.265	0	7	35	Прѣсная вода	30 м.	10,5	11,6	15,7	22,5
					20 гр. Ca Cl	6 ч.	10,5	15,4	20,5	29,0
					20 гр. Mg Cl	6 ч.	10,5	14,2	22,9	31,1
2	1.300	0	6	35	Прѣсная вода	1 ч.	11	11,6	17,6	21,1
					20 гр. Ca Cl	8 ч.	11	11,1	19,6	29,5

Слѣдующій рядъ испытаній имѣлъ цѣлью опредѣлить то процентное содержаніе хлористаго кальція, которое вызываетъ наилучшіе результаты. Употребленные для этого растворы содержали 10, 20 и 50 гр. безводной соли на литръ воды. Пробы оставались 24 часа въ формахъ, затѣмъ на сутки помѣщались въ чистую воду и остальное время сохранялись на воздухѣ.

№	Вѣсъ литра жидкости.	Остатокъ при просѣянiи черезъ сито въ 324 кл.	900 кл.	5000 кл.	Составъ растворяющей воды.	Срокъ схватыванiя чистаго цемента.	Вѣсъ воды, употребляемой для затворенiя въ фунт.	Сопротивленiе разрыву въ килогр. на 1 кв. с. въ концѣ. 7 дней.	28 дней.	3 мѣс.
3	1,300	0	6	36	Прѣсн. вода	— 30 м.	11	10,4	15,7	22,5
					10 гр. Ca Cl.	12 ч. —	11	11,0	23,1	28,9
					20 » »	10 ч. —	11	12,5	25,7	29,5
					50 » »	9 ч. 10 м.	11	13,7	23,7	34,0
4	1,280	0	3	26	Прѣсн. вода	— 22 м.	11	11,9	18,5	32,1
					10 гр. Ca Cl.	8 ч. 35 м.	11	12,0	22,0	32,7
					20 » »	6 ч. 50 м.	11	17,8	27,5	37,4
					50 » »	6 ч. 50 м.	11	16,4	28,9	28,6
5	1,250	0	5	32	Прѣсн. вода	— 5 м.	11	9,2	15,6	26,1
					10 гр. Ca Cl.	— 18 м.	11	10,1	17,1	27,7
					20 » »	5 ч. —	11	11,5	23,4	31,7
					50 » »	5 ч. 15 м.	11	14,5	27,0	29,7
6	1,180	0	2	25	Прѣсн. вода	— 40 м.	11	9,1	19,1	23,0
					10 гр. Ca Cl.	—	11	9,8	20,2	25,9
					20 » »	6 ч. 30 м.	11	10,2	19,0	26,3
					50 » »	6 ч. 12 м.	11	10,5	17,7	24,6
7	1,230	0,5	5	32	Прѣсн. вода	— 35 м.	11	9,7	17,0	26,0
					10 гр. Ca Cl.	10 ч. —	11	15,7	22,8	36,5
					20 » »	10 ч. —	11	14,9	24,5	30,5
					50 » »	9 ч. 30 м.	11	14,1	25,1	34,3
8	1,250	0	5	34	Прѣсн. вода	14 ч. —	11	10,2	18,6	22,4
					10 гр. Ca Cl.	14 ч. —	11	13,5	23,0	26,7
					20 » »	14 ч. 30 м.	11	10,0	16,0	26,3
					50 » »	12 ч. —	11	9,2	21,9	29,3
9	1,250	0	5	34	Прѣсн. вода	— 25 м.	11	8,5	20,0	21,3
					10 гр. Ca Cl.	1 ч. —	11	12,9	24,8	28,5
					20 » »	6 ч. 30 м.	11	14,1	25,7	28,7
					50 » »	5 ч. 35 м.	11	15,7	22,5	24,9

Испытывавшiеся образцы были приготовлены по общимъ правиламъ приготовленiя пробъ для подобныхъ испытанiй, т. е. сильно уколачивая ихъ въ формахъ. Однако, такъ какъ въ дѣйствительности растворы такому сильному уколачиванiю не подвергаются и, кромѣ того обыкновенно примѣсь воды бываетъ болѣе значительна, то было сдѣлано еще нѣсколько опытовъ надъ болѣе жидко затворенными и не столь плотными растворами. Результаты послѣднихъ опытовъ помѣщены ниже, въ таб. I.

Совокупность всѣхъ произведенныхъ испытанiй приводитъ къ тому заключенiю, что крѣпость раствора хлористаго кальцiя вообще наилучшая для прочности цемента, будетъ приблизительно 20 гр. безводной соли на литръ воды. Кромѣ того, растворъ въ 10 гр. хлористаго кальцiя даетъ почти тотъ же результатъ относительно прочности, что и 20 гр. растворъ и поэтому, въ видахъ экономiи, вполнѣ можно ограничиться этою, болѣе слабою пропорцiей.

Для того, чтобы освободить отъ всякаго сомнѣнiя дѣйствiе хлористаго кальцiя, былъ предпринятъ новый рядъ опытовъ, гдѣ затворенiе производилось чистой водой и растворомъ 20 гр. хлористаго кальцiя (таб. II). Брикеты оставались подъ водою 2 дня и послѣ сохранялись во влажномъ воздухѣ.

Опыты надъ сопротивленiемъ разрыву дали хорошо согласуемые результаты, что еще болѣе подтвердилось опытами надъ сопротивленiемъ сжатiю (см. таб. III).

Такимъ образомъ, дѣйствiе хлористаго кальцiя можно считать вполнѣ выясненнымъ и доказаннымъ путемъ приведенныхъ нами испытанiй. Остается лишь разсмотрѣть съ теоретической точки зрѣнiя разницу между дѣйствiемъ слабыхъ и болѣе концентрированныхъ растворовъ упомянутаго вещества, основываясь на работахъ Le Chatelier надъ условiями схватыванiя и отвердѣнiя гидравлическихъ растворовъ.

ТАБЛИЦА I.

№ цемента (по предыдущимъ таблицамъ).	Вѣсъ литра рыхло насыпанного цемента.	Остатокъ при просѣиванiи сквозь сито въ 324 кл.	900 кл.	5000 кл.	Составъ затвор. воды.	Срокъ схватыванiя цемента.	Вѣсъ жидк. употребл. для затворенiя.	Сопротивленiе разрыву въ килограм. на кв. сант. въ концѣ. 7 дней	28 дней	3 мѣс.
3	1,300	0	6	36	Прѣсная вода .	— ч. 30 м.	15	6	10,9	21,8
					20 гр. Ca Cl .	10 » — »	15	11,9	17,2	29,0
5	1,250	0	5	32	Прѣсная вода .	— » 5 »	15	6,5	13,2	17,1
					10 гр. Ca Cl .	— » 18 »	15	7,0	13,5	19,4
					20 гр. Ca Cl .	— » 5 »	15	9,4	16,0	22,6
4	1,280	0	3	26	Прѣсная вода .	— » 22 »	15	8,0	13,9	21,1
					10 гр. Ca Cl .	8 » 35 »	15	8,1	13,5	22,7
					20 гр. Ca Cl .	6 » 50 »	15	10,3	17,2	27,1

ТАБЛИЦА II.

№	Вѣсъ литра рыхло насыпанного цемента.	Остатокъ при просѣиваніи сквозь сито въ 324 кл.	900 кл.	5000 кл.	Вѣсъ жидкости употребл. для затворенія (въ граммахъ.)	Прѣсная вода. Схватываніе чистого цемента.	Сопротивленіе въ килогр. на кв. сант. въ концѣ 7 дней	28 дней	Растворъ 20 гр. Ca Cl. Схватываніе чистаго цемента.	Сопротивленіе въ килогр. на 1 кв. сант. въ концѣ 7 дней	28 дней
1	1290	0	6	30	10,5	7 ч. — м.	14,3	23,7	12 ч. 30 м.	13,6	26,0
2	1245	0	5	25	10,5	6 » 15 »	11,9	20,5	7 » 15 »	16,1	30,5
3	1300	0	7,5	35	10,5	5 » 30 »	13,8	23,0	7 » 30 »	14,8	26,1
4	1245	0	6	32	10,5	— » 15 »	13,6	20,7	5 » 15 »	15,4	22,1
5	1300	0,5	13,5	38	10,5	1 » 10 »	8,9	18,8	4 » 40 »	16,4	26,9
6	1090	0	4	31	10,5	— » 8 »	14,0	21,0	4 » — »	17,5	24,0
7	1290	0	6	30	10,5	7 » — «	9,9	18,0	10 » — »	9,9	22,6
8	1300	0	7,5	35	10,5	4 » — »	7,5	18,2	8 » 30 »	9,9	25,1
9	1245	0	5	25	11,0	3 » 40 »	11,2	17,4	7 » 50 »	12,2	20,0
10	1300	0,5	13,5	38	10,5	— » 30 »	7,9	14,0	6 » 30 »	14,0	25,2
11	1245	0	6	32	11,0	— » 15 »	8,3	14,2	7 » — »	14,4	22,7

ТАБЛИЦА III.

№	Вѣсъ литра рыхло насыпаннаго цемента.	Остатокъ при просѣиваніи сквозь сито въ 324 кл.	900 кл.	5000 кл.	Вѣсъ жидкости употребл. для затворенія (въ граммахъ.)	Сопротивленіе сжатію въ килогр. на 1 кв. метр. При прѣсной водѣ 7 дней	28 дней	3 мѣс.	При растворѣ 20 гр. хлористаго кальція. 7 дней	28 дней	3 мѣс.
1	1300	0	6	36	11	91,7	125,9	131,7	115,0	171,7	185,0
					15	37,0	81,7	95,0	37,0	115,0	135,0
2	1300	0	6	33	10,5	118,3	170,0	—	158,3	223,3	»
3	1260	0	5	29	10,5	125,0	160,5	—	175,0	238,3	»
4	1300	0	6	32	10,5	95,0	158,3	—	138,3	208,3	»
5	1245	0	6	32	10,5	115,0	165,0	—	158,3	205,0	»
6	1290	0	6	30	10,5	105,0	145,0	—	161,3	195,0	»

Кристаллизація, сопровождающая всѣ продолжительные процессы твердѣнія въ соприкосновеніи съ водою, какъ должно предполагать, появляется вслѣдствіе насыщенія раствора; тоже самое замѣчается, если отвердѣніе происходитъ отъ соединенія двухъ сложныхъ тѣлъ, въ присутствіи воды.

Растворимость веществъ, долженствующихъ твердѣть въ присутствіи воды, вліяетъ на быстроту кристализаціи, а слѣдовательно и на быстроту отвердѣванія.

Поэтому примѣси, увеличивающія растворимость смѣшанныхъ съ водою веществъ, замедляютъ отвердѣваніе послѣднихъ и наоборотъ, уменьшающія ихъ растворимость—ускоряютъ процессъ отвердѣнія.

Дѣйствіе слабыхъ растворовъ хлористаго кальція вполнѣ подчиняется этому общему закону, какъ показываютъ слѣдующіе опыты.

1. Дѣйствіе растворовъ хлористаго кальція на углекислую известь, въ сравненіи съ дѣйствіемъ чистой воды (при температурѣ 17°).

Составъ растворяющей жидкости.	Количество растворившейся извести въ грамм. на литръ, по истеченіи: 10 мин.	6 час.	24 час.	48 час.
Чистая вода	1,371	1,298	1,298	1,298
Растворъ Ca Cl 14,91 гр. на литръ	1,135	1,047	1,003	1,003
» » 35,97 » »	1,180	1,062	1,032	1,032
» » 61,01 » »	1,280	1,150	1,121	1,121
» » 100,05 » »	1,430	1,312	1,312	1,312

2. Дѣйствіе раствора хлористаго кальція и чистой воды на два образца портландскаго цемента, изъ которыхъ одинъ быстро, а другой медленно схватываются:

№	Составъ растворяющей жидкости.	Количество растворившейся извести въ грамм. на литръ, по истеченіи: 10 мин.	6 час.	24 час.	48 час.
1	Чистая вода . . .	0,309	0,678	1,622	1,770
	Растворъ Ca Cl, 14,91 гр.	0,339	0,560	1,209	1,239
	» » 35,97 »	0,221	0,604	1,239	1,219
	» » 61,01 »	0,236	0,663	1,401	1,298
	» » 100,05 »	0,280	0,619	1,504	1,416
2	Чистая вода	0,501	0,855	1,062	1,150
	Растворъ Ca Cl, 14,91 гр.	0,501	0,645	1,268	1,239
	» » 35,97 »	0,486	0,663	1,180	1,327
	» » 61,01 »	0,472	0,634	1,209	1,386
	» » 100,05 »	0,489	0,663	1,268	1,416

Не отрицая возможности возраженій противъ общаго значенія послѣднихъ результатовъ, укажемъ только на то, что они какъ нельзя лучше согласуются съ результатами опытовъ надъ замедленіемъ схватыванія цементовъ, приведенными нами въ началѣ статьи. А именно, растворы въ 10, 20 и 40 гр. вызывали наибольшее замедленіе схватыванія; при растворѣ въ 60 гр. уже схватываніе происходило скорѣе, а при 100 гр. чрезвычайно быстро.

Такая значительная быстрота схватыванія при употребленіи болѣе крѣпкихъ растворовъ объясняется образованіемъ Ca Cl, 3Ca O.

Послѣдняя соль получается при дѣйствіи хлористого кальція на гидратъ извести, но опыты Дитта показываютъ, что эта реакція имѣетъ мѣсто лишь при извѣстной крѣпости раствора Ca Cl, превосходящей по крайней мѣрѣ 85 гр. на литръ. И дѣйствительно, стѣнки стеклянныхъ сосудовъ, содержащихъ цементъ, размѣшанный въ растворахъ 15, 36 и 61 гр. хлористого кальція, покрываются черезъ два дня значительными шестиугольными кристаллами гидрата извести *), тогда какъ въ растворѣ 100 гр. замѣчаются лишь

*) Въ чистой водѣ кристаллы эти появляются позже, въ большемъ числѣ и меньшихъ размѣровъ, что также составляетъ одно изъ явленій насыщенія растворовъ, изслѣдованныхъ Le Chatelier.

тонкія иглы Ca Cl, 3 Ca O. Мы указывали уже, что цементы, затворенные съ растворомъ хлористого кальція плотностью въ 30—35° Бомэ, содержащимъ слѣдовательно 300—400 гр. безводной соли на литръ, схватываются въ нѣсколько минутъ и черезъ нѣсколько часовъ уже обладаютъ значительной твердостью.

Но если цементъ долгое время подвергался дѣйствію сырого воздуха, результатъ получается совершенно иной; схватываніе остается медленнымъ и цементъ, достигнувъ уже извѣстного сцѣпленія, начинаетъ пучиться и иногда разрушается совершенно. Въ первомъ случаѣ схватываніе сопровождается значительнымъ возвышеніемъ температуры; во второмъ случаѣ замѣтнаго повышенія температуры не наблюдается.

Это можно объяснить слѣдующимъ образомъ: пока цементъ достаточно свѣжъ, соединенія извести съ аллюминіемъ (аллюминаты) и съ желѣзомъ, будучи легко разлагаемыми, отдаютъ свою известь; при этомъ образуется растворъ Ca Cl, 3 Ca O, обладающій способностью сильно насыщаться и слѣдовательно быстро кристаллизоваться, производя такимъ образомъ быстрое повышеніе температуры, о которомъ мы упоминали выше.

Когда соединенная съ глиноземомъ и желѣзомъ известь продолжительнымъ дѣйствіемъ атмосферного воздуха успѣваетъ обратиться въ углекислую, Ca Cl, 3 Ca O можетъ образоваться лишь на счетъ трехъ-известкового силиката, отдающаго свою известь весьма медленно; при этомъ происходитъ продолжительный обмѣнъ, вызывающій послѣдовательную кристаллизацію, которая оканчивается вспучиваніемъ раствора. Это явленіе совершенно аналогично съ тѣмъ, которое происходитъ при затвореніи чистою водою цемента, содержащаго значительный избытокъ свободной извести.

Взглядъ на одну изъ формъ наружнаго покрытія древне-русскихъ церквей.

Во время научной экскурсіи гг. членовъ VII-го археологическаго съѣзда въ г. Ростовъ, мнѣ довелось совмѣстно съ Н. В. Никитинымъ и А. М. Павлиновымъ обслѣдовать чердачныя помѣщенія нѣкоторые Кремлевскихъ церквей, устройство голосниковъ и проч. Всѣ сдѣланныя нами наблюденія, по возвращенія гг. членовъ изъ экскурсіи въ г. Ярославль, были представлены вниманію съѣзда въ видѣ особыхъ рефератовъ. На мою долю пришлось говорить о формѣ сводовъ церкви Спаса на Сѣняхъ и о первоначальномъ устройствѣ ея наружнаго покрытія. Разсматривая сводъ этой церкви сверху на чердакѣ, видимъ, что онъ состоитъ *(черт. 1-й)* изъ четырехъ арокъ *ааа'а'*, перекинутыхъ со стѣны на стѣну въ перекрещивающемся порядкѣ, причемъ средняя часть арокъ нѣсколько приподнята.

Арки эти внутри церкви не выступаютъ изъ поверхности сводовъ. Угловыя части церкви перекрыты обрѣзками коробовыхъ сводовъ *бб . . . б'б' . . .*, расположенныхъ, какъ въ углахъ сомкнутаго свода.

Пространства между угловыми сводами покрыты плоскими коробовыми сводиками *в,в' . . .*, опирающимися на забученныя части *кк.* главныхъ арокъ *аа' . . .* На среднихъ частяхъ этихъ арокъ возведенъ сначала черырехугольный постаментъ, а на немъ, при посредствѣ маленькихъ парусовъ, поставленъ небольшой барабанъ съ главкой *(черт. 3-й)*. Такимъ образомъ общее покрытіе церкви изнутри представляетъ собою какъ бы одинъ сплошной сомкнутый сводъ съ четырьмя взаимно пересѣкающимися распалубками въ видѣ креста, квадратная середина котораго вынута для отверстія барабана. Щековыя плоскости сводиковъ *вв' . . . (черт. 2-й)* около наружныхъ стѣнъ скошены, такъ что существующій нынѣ карнизикъ четырехскатой крыши приходится почти у пятъ этихъ сводиковъ. Каменная лѣстница *г (черт. 1-й)*, ведущая на чердакъ проходитъ внутри наружной стѣны и кончается надъ угловымъ сводомъ *б*. Въ пазухахъ угловыхъ сводовъ сдѣланы небольшія надкладки *д (черт. 1-й и 4-й)*, отвѣчающія существующимъ нынѣ закругленіямъ *ее . . .* на угловыхъ дѣленіяхъ фасадовъ церкви *(черт. 3-й)*.

Зукругленія эти приходятся ниже внѣшняго очертанія угловыхъ сводовъ церкви *бб' (черт. 1-й и 4-й)*. Кладка въ углахъ церкви *ж (черт. 3-й и 4-й)* надъ сводами *бб' . .*, по сравненію съ кладкою и кирпичемъ сводовъ, сдѣланы видимо не одновременно съ построеніемъ самой церкви. Верхняя часть существующей крыши — *(Черт. 2-й и 4-й)**), врѣзываясь въ четырехугольный постаментъ главы, закрываетъ обдѣлку его нижней части *з*, которая при первоначальномъ видѣ церкви очевидно была не закрыта крышею.

Итакъ описанное устройство сводовъ и нынѣ существующей желѣзной крыши церкви Спаса на Сѣняхъ даютъ явный поводъ предположить, что первоначальное наружное покрытіе этой церкви было иное.

Рѣшая вопросъ, какимъ же могло быть первоначальное покрытіе этой перкви? мы приходимъ къ слѣдующимъ предположеніямъ.

А. Если надкладки *ж (черт. 3-й и 4-й)* позднѣйшія и при построеніи церкви ихъ не было, то устройство сводовъ, при условіи раціональнаго выраженія внутренней конструкціи въ фасадахъ, допускало такое покрытіе крышъ, какъ показано на *черт. 5-омъ*, причемъ крыши среднихъ частей могли имѣть наклонное положеніе, какъ показано на *черт. 4-мъ* съ правой стороны пунктиромъ. Характеръ такого покрытія съ внѣшней стороны нельзя сказать, чтобы отвѣчалъ древнему русскому зодчеству, къ тому же боковыя плоскости возвышающихся срединъ *и (черт. 5й)*, судя по свѣжести кладки, были всегда защищены отъ непогодъ и никакихъ признаковъ кирпичныхъ карнизовъ на нихъ не замѣтно, наконецъ существованіе чердачной лѣстницы *г*, при такомъ устройствѣ крыши, совсѣмъ не оправдывается. Слѣдовательно предположенное внѣшнее покрытіе церкви становится крайне сомнительнымъ.

Б. Предположимъ теперь, что надкладки *ж*, хотя и позднѣйшія, но на ихъ мѣстѣ были сдѣланы такія же части при построеніи самой церкви. Тогда устройство крышъ и обработка фасадовъ могли быть сдѣланы такъ, какъ показано на *черт. 6-омъ*. Это предположеніе становится болѣе вѣроятнымъ, такъ какъ во первыхъ получается чердачное помѣщеніе, вполнѣ оправдывающее назначеніе лѣстницы *г*, а во вторыхъ мотивъ фасада уже отвѣчаетъ характеру нашего древняго зодчества. Мнѣ, хотя и не приходилось видѣть такихъ церквей съ выступною фронтончатою срединою, но что такой мотивъ существовалъ въ древности, то у насъ отчасти указываютъ на это миніатюры, напр. въ житіи Николая Чудотворца и Сергія Преподобнаго, встрѣчаются такія изображенія, какъ на *черт. 7-омъ и 8-омъ*.

Относительно только что предположеннаго покрытія, является сомнительнымъ одно, что плоскіе фронтоны и приплюснутыя очертанія подъ ними не отвѣчаютъ остальнымъ довольно стройнымъ формамъ церкви.

В. Въ виду этого я больше склоненъ думать, что древнее наружное очертаніе среднихъ частей было полукруглое, какъ изображено на *черт. 9-омъ*.

В. Это предположеніе становится болѣе вѣроятнымъ потому, что такой же точно мотивъ фасадовъ и устройство крышъ мы встрѣчаемъ въ одномъ изъ памятниковъ XVI-го столѣтія, именно въ церкви на старомъ Ваганьковѣ въ Москвѣ *(черт. 10-й изъ «Русской Старины» г. Мартынова)*. Здѣсь полукруглое очертаніе не выражаетъ дѣйствительной формы среднихъ частей свода, и это, по моимъ наблюденіямъ, случилось потому, что собственно обработка фасадовъ въ видѣ трехлопостной формы, какъ скажемъ ниже, вышла изъ другой конструкціи и въ данномъ случаѣ явилась какъ болѣе или менѣе подходящею къ формѣ сводовъ разсматриваемой нами церкви. Понятно, что если при построеніи церкви, фасады проэктировались съ такою обработкою, то среднія части свода *вв' (черт. 1-ый)* даже не могли быть полукруглыми, такъ какъ нарушился бы законъ равновѣсія, а потому очертаніе среднихъ сводиковъ, хотя и дѣлали нѣсколько приподнятымъ *(черт, 15-й)*, но настолько, что кривыя давленія средней части арокъ *аа' . . .* не выходили изъ очертанія боковыхъ частей $а^0а^0$.

Г. Четвертое предположеніе о первоначальной формѣ внѣшняго покрытія и обработки фасадовъ церкви Спаса на Сѣняхъ можетъ быть слѣдующее. Допустимъ, что угловыя надкладки *ж (черт. 3-й и 4-й)* сдѣланы не одновременно съ самою церковью, и верхнія части фасадныхъ стѣнъ ограничивались полукругами въ срединахъ и дугообразными закругленіями въ угловыхъ частяхъ церкви *(черт. 11-й)*. Крыша въ этомъ случаѣ могла быть сдѣлана по этимъ закругленіямъ, но для того, чтобы закрыть выдававшихся изъ такой крыши части сводовъ *бб' . . (черт. 1-й и 4-й)*, можно было устроить особые прямые или дугобразные скаты *к к' (черт. 11-й)*. Въ другомъ случаѣ фасадныя закругленія вмѣстѣ съ выдающимися частями сводовъ *б б'' (черт. 4-й)* могли быть покрыты прямыми

*) Если мы отнимемъ одну изъ наружныхъ стѣнъ церкви Спаса на Сѣняхъ, то картина сводчатаго покрытія представится такою, какою показана на *черт. 4-омъ.*

скатами съ четырьмя фронтонами *(черт. 12-й)* т. е. крыша церкви представляла бы собою форму двухъ перпендикулярно пересѣкающихся двухскатныхъ крышъ. Этотъ способъ покрытія при данномъ устройствѣ сводовъ является весьма правдоподобнымъ, тѣмъ болѣе, что существованіе церквей съ такимъ покрытіемъ въ Московскій періодъ, подтверждается сохранившеюся церковью (XVI-го столѣтія) Вознесенія Господня или Блаженнаго Исидора въ г. Ростовѣ-Ярославскомъ (черт. 13-й, 14-й и 15-й — угловыя части фасада, разрѣза и плана). Заполненія *л (черт. 13-й)* повидимому хотя и позднѣйшія, но таковое покрытіе церкви и обдѣлка фасадовъ несомнѣнно предшествовали покрытію крышъ по закругленіямъ. Это мнѣніе я основываю на слѣдующихъ соображеніяхъ: самостоятельное покрытіе выдающихся частей сводовъ *кк'.. (черт. 11 й)* во 1) представлялось затруднительнымъ, а во 2) мало художественнымъ. Пофронтонное покрытіе становилось здѣсь наиболѣе простымъ и уже традиціоннымъ, ибо подобныя формы господствовали еще въ ранней эпохѣ Новгородско-Псковской архитектуры и, такъ какъ вначалѣ Московскаго періода большая часть мастеровъ была изъ Новгорода и Пскова, то фронтончатое покрытіе при данномъ устройствѣ сводовъ становится вполнѣ вѣроятнымъ. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда фасадныя закругленія признавались московскими строителями, не только какъ украшенія, но какъ самостоятельная форма фасадовъ, то прямыя скаты замѣнялись въ видѣ трахлопостныхъ закругленій и тогда при томъ устройствѣ сводовъ, какъ мы видимъ въ церкви Спаса на Сѣняхъ, боковыя закругленія фасадовъ *е (черт. 3-й)* пригонялись противъ внѣшняго очертанія сводовъ *бб'*... а среднія фасадныя полуокружія надкладывались. Тоже дѣлалось и въ тѣхъ случаяхъ, когда церкви покрывались простымъ сомкнутымъ сводомъ. При такомъ устройствѣ крышъ и убранствѣ фасадныхъ сторонъ церквей, послѣднія имѣли видъ, какъ наприм. показано *на черт. 24-мъ* Табл. II-ая.

Типъ такихъ церквей, можно сказать съ нѣкоторою достовѣрностью, былъ даже распространенъ въ русскомъ зодчествѣ, но почему-то незамѣтно сошелъ со сцены и со всѣми деталями не сохранился до насъ. Въ доказательство того, что такія церкви именно существовали въ Московскій періодъ можетъ служить примѣромъ церковь Св. Трифона въ Москвѣ. Верхняя часть этой церкви нынѣ покрыта четырехскатною крышею *(черт. 39-й Табл. II-я)*; но убранство фасадовъ и позднѣйшія надкладки *х* въ угловыхъ частяхъ церкви, указываютъ на то, что первоначальное ограниченіе фасадныхъ стѣнъ состояло изъ среднихъ полуокружій съ заостреніями и изъ особыхъ закругленій въ угловыхъ частяхъ церкви.

Первоначальная крыша, судя по изображенію разсматриваемой нами церкви на древнемъ образѣ Св. Трифона, находящемся въ этой же церкви, была сдѣлана по фасаднымъ закругленнымъ очертаніямъ. — Внутреннее устройство сводовъ въ церкви Св. Трифона и въ церкви Спаса на Сѣняхъ почти одинаково и разница видимо состояла въ томъ только, что угловые сводики въ церкви Св. Трифона приходятся противъ угловыхъ фасадныхъ закругленій, отчего и крыша имѣла такой видъ, какъ показано на древнемъ образѣ, т. е. безъ особыхъ скатовъ *кк' (черт. 11-й)*; между тѣмъ въ церкви Спаса на Сѣняхъ угловые сводики *бб'... (черт. 3-й и 4-й)* приходятся выше фасадныхъ угловыхъ закругленій *е*, вслѣдствіе чего вызывалось устройство особыхъ кровельныхъ скатовъ. Если при этомъ мы примемъ во вниманіе еще и то, что лѣстница *г (черт. 1-ый)* не могла не обусловливать чердачнаго помѣщенія, то внѣшнее покрытіе церкви Спаса на Сѣняхъ вѣрнѣе всего имѣло видъ четырехскатной крыши съ врѣзывающимися полукруглыми выступами *(черт. 9-й)*. Вѣроятно такой-же характеръ фасада носила и церковь Благовѣщенія въ Бѣлогостицкомъ монастырѣ близь г. Ростова, такъ какъ устройство сводовъ ея почти одинаково со сводами вышеописанной церкви. Что касается того, насколько разсматриваемый типъ церквей былъ распространенъ въ русскомъ зодчествѣ, то на это можно сказать, что по крайней мѣрѣ въ миніатюрахъ этотъ мотивъ былъ довольно излюбленнымъ, и надо думать, что въ XVI-аго вѣкѣ онъ часто примѣнялся не только въ церковныхъ постройкахъ, но и въ гражданскихъ, какъ это видно во многихъ миніатюрахъ, напр.: въ житіѣ Преподобнаго Сергія XVI-аго ст. *черт. 16-й и 17-й* (изъ Епифаньевскаго списка, хранящагося въ Троице-Сергіевской лаврѣ, близь Москвы).

Здѣсь надо сказать, что мотивъ такихъ церквей почти во всѣхъ миніатюрахъ представляется съ одной стороны *(черт. 18-й* изъ житія Зосима и Савватія, конца XVI-го вѣка принадл. Н. А. Вахрамѣеву) т. е. какъ будто, показанныя въ миніатюрахъ церкви, имѣютъ закругленія только на двухъ сторонахъ фасада; но если мы примемъ во вниманіе крайнюю условность перспективы того времени, то подобныя изображенія, какъ на *черт. 19-мъ и 20-мъ* (изъ житія Пр. Сергія) иногда надо разсматривать какъ представленіе двухъ смежныхъ сторонъ церкви.

Описываемая нами обработка фасадовъ видимо съ успѣхомъ практиковалась также и въ особыхъ придѣлахъ къ церквамъ. Такъ при соборѣ Никитскаго монастыря, близъ г. Переяславля-Залѣсскаго, мы видимъ *(черт. 21-й* Табл. II-я), что убранство южнаго придѣла состоитъ изъ трехъ дѣленій, оканчивающихся въ срединѣ арочнымъ украшеніемъ съ заостреніемъ, а съ боковъ полу-арочками. Поверхъ этихъ закругленій, хотя и есть еще надстройка, но она, судя по архитектурѣ и высотѣ сомкнутаго свода, окончивающагося противъ нижнихъ закругленій, очевидно позднѣйшая.

Такимъ образомъ видно, что первоначальная форма крыши отвѣчала фасадной обработкѣ придѣла т. е. имѣла видъ, какъ показано на томъ же чертежѣ пунктиромъ. Другой примѣръ такого же устройства придѣла видимъ при соборѣ въ Савво-Звенигородскомъ монастырѣ (черт. 22-й). Здѣсь верхнее полуокружіе не сохранилось, но, судя по обработкѣ фасада, оно очевидно существовало въ древности.

Первоначальное внѣшнее покрытіе придѣла было сдѣлано вѣроятно также по фасаднымъ закругленіямъ, какъ показано пунктиромъ или какъ *на черт. 24-мъ* Табл. II-я.

Существованіе придѣловъ въ нашей церковной архитектурѣ съ такою обработкою фасадовъ и внѣшнимъ покрытіемъ, можетъ считаться достовѣрнымъ и потому, что подобныя мотивы мы нерѣдко встрѣчаемъ и въ миніатюрахъ, какъ напр. въ житіе Пр. Зосима и Савватія *(черт. 23-й)*.

По изображеніямъ церковныхъ зданій въ миніатюрахъ замѣтно еще и то, что разсматриваемая нами форма трехлопостнаго очертанія была настолько принята между нашими художниками и строителями что видимо нерѣдко практиковалась одновременно какъ въ самихъ церквахъ, такъ и въ придѣлахъ. Подобныхъ памятниковъ у насъ къ сожалѣнію кажется не сохранилось, хотя первоначальныя формы фасада Преображенскаго собора въ Соловецкомъ монастырѣ своимъ силуэтомъ сильно напоминаютъ вышеприведенныя миніатюрныя изображенія. Кромѣ того, что форма трехлопостнаго очертанія практиковалась въ строительномъ дѣлѣ, она также встрѣчается въ изобиліи на царскихъ дверяхъ, въ иконостасахъ, кіотахъ и въ церковной утвари такъ напр. Сіонъ (XVII вѣка), находящійся въ патріаршей ризницѣ *(черт. 24)*, представляетъ собою совершенно такой же мотивъ церкви, какъ мы разсматривали выше.

Такимъ образомъ церкви указаннаго характера безусловно существовали въ русскомъ зодчествѣ какъ особый типъ, но повидимому не получали господствующей роли, *) и по причинѣ недостатка памятниковъ такого типа, до сихъ поръ проходили незамѣченными археологическою наукою.

Относительно происхожденія формъ такихъ покрытій сказать что либо вполнѣ достовѣрное трудно, но тѣмъ не мѣнѣе съ большею вѣроятностію можно провести слѣдующія взгляды: изъ сохранившихся памятниковъ Новгородско-Псковской архитектуры замѣтно что въ церквахъ еще XIV вѣка, угловыя помѣщенія *аа* (черт. 25-й) иногда покрывались полукоробовыми сводами (церковь Ѳеодора Стратилата на Торговой сторонѣ) или двумя полукоробовыми отрѣзками въ видѣ четвертей сомкнутаго свода *а'а'*. Среднія же части *bb* перекрывались иногда также полукоробовыми сводами (церковь Рождества Богородицы на Молотовомъ полѣ, другая церковь Рождества Христова), и въ исключительныхъ случаяхъ даже полусомкнутыми сводиками *ъ'ъ'*... (церковь Рожд. Богор. на Молотовомъ полѣ). Большею-же частью пространства *bb'*... покрывались коробовыми сводами, отвѣчающими подпружнымъ аркамъ купола *аа*... (черт. 27).

Извѣстно также, что съ XIV вѣка въ Новгородско-Псковскихъ церквахъ появился новый мотивъ обработки стѣнъ и наружныхъ покрытій; **) сначала стѣны пробовали украшать одною трехлопостною впадинкою *(черт. 38 д)*.

Затѣмъ церкви съ каждаго фасада раздѣлялись пилястрами и увѣнчивались въ средней части полукруглыми или трехлопостными впадинками, а по бокамъ однимъ, двумя или тремя закругленіями (черт. 26-й). Церкви, съ такою обработкою стѣнъ, покрывались крышею на восемъ скатовъ ввидѣ двухъ перпендикулярно перѣсѣкающихся двухскатныхъ крышъ, образуя съ каждой стороны фасада по фронтону.

---

*) Можетъ быть потому, что подобная конструкція была удобопримѣнима только къ церквамъ небольшаго размѣра.

**) Мое сочиненіе „*Матеріалы къ исторіи древней Новгородско-Псковской архитектуры*“ изданіе Императорской Академіи Художествъ и въ запискахъ С.-Петербургскаго Русскаго Археологическаго Общества за 1888 г.

Такое покрытіе и обработка фасадовъ при устройствѣ въ среднихъ частяхъ *bb*... коробовыхъ сводовъ, а въ угловыхъ частяхъ *aa'*... четвертей сомкнутаго свода (черт. 27-й), естественно выражало внутреннее расположеніе сводовъ. Далѣе, когда строительное дѣло Новгородской области получило уже нѣкоторое развитіе, то нерѣдко, при постройкѣ малыхъ церквей, общепринятые тогда внутренніе столбы храмовъ стали устраняться и вмѣсто цѣлой системы сводовъ, церкви покрывали однимъ сомкнутымъ сводомъ (уничтоженныя церкви Великомученика Димитрія въ Домонтовой крѣпости, церковь Спаса Преображенія Надолбина монастыря, существующая церковь Ново-Вознесенская и др. въ г. Псковѣ).

Въ сомкнутыхъ сводахъ такихъ церквей дѣлали для верхнихъ оконъ распалубки. Обдѣлка же фасадовъ продолжалась по принятому образцу т. е. съ закругленіями и фронтончатыми покрытіями.

Такимъ же путемъ могли образоваться подобныя церкви и въ Московскій періодъ. Для этого стоило принять въ образецъ одну изъ Новгородскихъ церквей съ такимъ расположеніемъ сводовъ, какъ показано на *черт. 27* и не выводя столбовъ, сдѣлать только, вмѣсто полукруглыхъ арокъ *бб*... потерявшихъ устои, болѣе плоскія арки такъ, чтобы послѣднія своимъ распоромъ удерживали-бы полуарки *гг* т. е. чтобы составныя части *бб* и *гг* представляли какъ бы одну арку (черт. 15'). Продолжая затѣмъ расширять арки *бб*... до наружныхъ стѣнъ, мы такимъ образомъ получимъ совершенно такое же устройство сводовъ, какъ видѣли въ церквахъ Исидора Блаженнаго въ г. Ростовѣ, Св. Трифона въ Москвѣ, въ Бѣлогостицкомъ монастырѣ близъ г. Ростова и въ другихъ церквахъ. Конечно если сомкнутый сводъ въ нашихъ церквахъ предшествовалъ этому устройству свода, то его конструкція могла образоваться и изъ сомкнутаго свода съ четырьмя распалубками. Для этого нужно было только поднять распалубки до вершины сомкнутаго свода (черт. 14-й и 15) и сдѣлать въ пересѣченіи ихъ квадратное отверстіе для барабана.

Въ очертаніяхъ сводовъ измѣнилось бы только-то, что среднія части получились-бы вмѣсто полукруглыхъ сводовъ—плоскіе, такъ что наружное убранство стѣнъ могло сохраниться по прежнему мотиву.

Что касается придѣловъ, о которыхъ я уже упоминалъ, то они по внутреннему и наружному устройству, въ общихъ чертахъ совершенно сходны съ маленькими церквами и съ нѣкоторыми придѣлами Псковскихъ церквей. Разница сначала выразилась только въ томъ, что фасады такихъ церквей въ Московскій періодъ пріобрѣтали болѣе богатую обработку, чѣмъ въ Новгородско-Псковской архитектурѣ, т. е. пилястры въ пятахъ среднихъ полуокружій обдѣлывались въ видѣ капителей, у пятъ боковыхъ закругленій протягивался карнизъ вокругъ церкви, закругленія обдѣлывались въ видѣ арочекъ. Съ теченіемъ времени трехлопастное очертаніе церкви видимо настолько получило самостоятельную форму, вслѣдствіи убранства ея, что фронтончатый карнизъ надъ нею казался излишнимъ наслоеніемъ; тогда прямыя скаты при одномъ устройствѣ сводовъ замѣнились скатами по фасаднымъ очертаніямъ, а при другомъ, какъ показано на чертежѣ 9-мъ *).

Форма троечастнаго закругленія фасадовъ встрѣчается также и въ деревянныхъ церквахъ напр. надъ алтаремъ церкви въ селѣ Подпорожье, Архангельской губ. и уѣзда (черт. 28). Здѣсь эта форма обусловливаетъ тройное дѣленіе алтаря. Такія крыши въ деревянныхъ церквахъ не оправдывались внутреннею конструкціею храмовъ; а потому дѣлались довольно рѣдко и скорѣе принадлежали къ числу украшеній.

Здѣсь кстати сказать, что троечастное закругленіе крышъ едва ли представлялось нашимъ строителямъ чѣмъ нибудь особенно новымъ. Этому мотиву несомнѣнно предшествовало въ древнихъ деревянныхъ сооруженіяхъ бочечное покрытіе, сначала въ видѣ одной бочки, какъ видимъ напр. (*черт. 29-й*) на церкви въ Ямецкой пустынѣ, Архангельской губ.; въ Черевковѣ, Вологодской губ. въ миніатюрахъ и въ др. мѣстахъ. Затѣмъ въ видѣ двухъ перпендикулярно пересѣкающихся бочекъ, какъ наприм. въ Пермочорской церкви Вологодск. губ. (*черт. 30*), на древнемъ рисункѣ Тихвинскаго монастыря (черт. 31) и проч.

Возвращаясь къ предыдущей формѣ, укажемъ еще на то, что она нерѣдко примѣнялась въ нашемъ зодчествѣ къ церковнымъ звоницамъ. Такъ напр. при Звенигородскемъ соборѣ Московской губ. по нынѣ существуетъ звоница такой формы, какъ изображено на *черт. 32*. Совершенно такого же образца попадаются изображенія звоницъ въ миніатюрахъ *черт. 33-й* (изъ житія Алексѣя Митрополита XV столѣтія). Кромѣ того, судя по одному изображенію (*черт. 34-й*) на древнемъ образѣ церкви Воздвиженія въ гор. Ярославлѣ, эти формы очевидно примѣнялисъ и въ колокольняхъ.

Чтобы покончить съ разборомъ описываемой нами формы, упомянемъ еще о томъ, что если эта форма не имѣла господствующаго значенія въ храмовой архитектурѣ Московскаго періода, то съ успѣхомъ появлялась въ видѣ детальныхъ украшеній въ строительномъ и художественно-промышленномъ дѣлѣ, напр. украшенія, показанныя на *черт. 35*, встрѣчаются при основаніи главокъ (церковь Николы Мокраго въ Ярославлѣ). Въ Тихвинскомъ манастырѣ, какъ видно изъ древняго рисунка, хранящагося въ главномъ московскомъ архивѣ, эти формы увѣнчивали фасады Надъвратнаго храма. Въ Соловецкомъ монастырѣ таковыми-же формами оканчивались четыре верхніе угловые придѣла Преображенскаго собора. Кромѣ того подобныя же украшенія были излюбленнымъ мотивомъ въ обработкѣ царскихъ дверей, складней, каменныхъ и деревянныхъ оконъ XVII вѣка и т. п. На *черт. 36-мъ* представлено окно изъ миніатюрныхъ изображеній житія Св. Сергія.— Совершенно такого же характера существуютъ окна въ деревянной церкви, въ селѣ Черевковѣ, Вологодской губ.

Не говоря о многочисленныхъ примѣрахъ подобныхъ формъ въ деревянной рѣзьбѣ, укажемъ на одинъ примѣръ обработки такой формы въ металлической церковной утвари, *черт. 37* (часть кадила XVII ст., хранящагося въ Благовѣщенскомъ соборѣ, въ Москвѣ).

Такимъ образомъ, разсмотрѣнная нами форма, видимо имѣла въ русскомъ зодчествѣ свое естественное происхожденіе и довольно продолжительную жизнь. Сначала она появилась въ видѣ простыхъ очертаній выражавшихъ внутреннее устройство церковныхъ сводовъ, затѣмъ усложнялась нѣкоторымъ украшеніемъ, далѣе получала иногда преобладающую роль въ постройкахъ и наконецъ, когда въ устройствѣ церквей опять установился обычай примѣнять внутренніе столбы, то форма троечастныхъ закругленій, хотя и устранялась съ первенствующей роли, но въ силу того, что наши мастера сроднились съ нею, она не замерла, а перешла въ область детальныхъ украшеній. Что касается того вопроса, гдѣ впервые зародилась трехлопостная форма, и явилась-ли она въ нашемъ искуствѣ самостоятельно или заимствована, то мнѣ кажется, что этотъ вопросъ кромѣ необычайной трудности не имѣетъ важнаго значенія въ исторіи развитія русскаго искуства. Мы видѣли, что эта форма иногда получалась въ нашей строительной практикѣ сама собою напр., при устройствѣ нѣкоторыхъ папертей въ Псковскихъ церквахъ, своды имѣли такое расположеніе, какъ показано на *черт. 38 а, в* и *д* (церковь Св. Николая Соусохи).

Это очертаніе сводовъ переносилось какъ украшеніе въ видѣ впадинки и на наружныя стѣны, такъ что внѣшняя форма вполнѣ оправдывалась и внутреннимъ ея назначеніемъ. Далѣе видимъ также, что подобныя формы нерѣдко встрѣчаются на западѣ и на дальнемъ востокѣ; *) словомъ какъ и всякая другая простая форма попадается въ искусствѣ многихъ народовъ. Это обстоятельство скорѣе отклоняетъ предположеніе о взаимныхъ вліяніяхъ и скорѣе даетъ поводъ думать, что разсмотрѣнная нами форма свойственна фантазіи каждаго народа. Она могла явиться въ разныхъ искуствахъ самостоятельно и нѣтъ возможности установить то или другое научное рѣшеніе подобнаго вопроса.

Акад. Арх. Вл. Сусловъ.

---

*) Это вѣроятно зависѣло отъ того, какой предполагался фасадъ церкви; если желали дать трехлопостному очертанію полную господствующую роль, то при такихъ сводахъ, какъ въ церкви Спаса па Сѣняхъ дѣлали по фасаду надъ средними сводами полукруглую надкладку (черт. 27-й), такъ что внѣшнее очертаніе угловыхъ сводовъ приходилось на высотѣ фасадныхъ угловыхъ закругленій. Если же фасадъ церкви предполагался такого мотива какъ на *черт. 10-мъ*, то плоское очертаніе среднихъ сводовъ при соединеніи съ наружными стѣнами получало полукруглую или стрѣльчатую форму, а выступающія внѣшнія очертанія угловыхъ сводиковъ прикрывались особыми кровельными скатами.

*) Не утомляя читателя примѣрами такихъ формъ, изъ деталей Византійскаго, Магометанскаго и Западнаго искуствъ, укажемъ только на одну весьма любопытную форму храма, представленнаго на древн. планѣ Іерусалима (1308 г.) *черт. 40-й*.

Расчетъ подпорныхъ стѣнъ по способу Leygue.

Опредѣленіе потребной толщины подпорныхъ стѣнъ составляетъ еще одинъ изъ спорныхъ вопросовъ въ современной инженерной наукѣ, хотя нѣтъ недостатка въ предложенныхъ для этого теоріяхъ, изъ которыхъ двѣ заслуживаютъ наибольшаго вниманія, а именно— старѣйшая Куломба и Понслэ, и болѣе новая, основанная на условіяхъ равновѣсія элементовъ земли и выработанная Винклеромъ и Ранкиномъ (независимо другъ отъ друга). Однако эта, болѣе новая теорія примѣнима лишь для неограниченныхъ вполнѣ однородныхъ тѣлъ и, не давая достаточныхъ указаній относительно передаваемаго стѣнамъ давленія, плохо согласуется съ результатами опытовъ; поэтому на практикѣ обыкновенно довольствуются какою либо изъ болѣе старыхъ теорій, которыя всѣ основаны на томъ предположеніи, что поверхность скольженія отдѣляющейся земляной призмы есть плоскость.

Хотя это предположеніе и не вполнѣ согласуется съ результатами опытовъ, но замѣченныя отклоненія настолько невелики, что оно до сихъ поръ постоянно допускалось, ради упрощенія получаемыхъ формулъ. Предположеніе это всегда приводитъ къ тому результату, что графически давленіе на поверхность стѣны выражается ввидѣ прямой, и слѣдовательно при насыпяхъ, давящихъ лишь собственнымъ вѣсомъ на опорную стѣнку съ плоской задней стороной, такъ называемая поверхность давленія на послѣднюю выразится въ видѣ треугольника; центръ тяжести этого треугольника, лежащій на $^1/_3$ высоты, будетъ точкою приложенія равнодѣйствующей давленія.

Французскій инженеръ Leygue первый отказался отъ этого предположенія и на основаніи своихъ, весьма обширныхъ изслѣдованій вывелъ новыя выраженія для опредѣленія величины равнодѣйствующей давленія земли и ея точки приложенія; въ своей статьѣ, помѣщенной въ Annales des ponts et chaussées, 1885, II, стр. 788—1003, онъ даетъ, на основаніи этихъ выраженій весьма простыя и удобныя формулы для опредѣленія потребной толщины стѣнъ, а также правила относительно наиболѣе цѣлесообразной ихъ формы, позволяющія сдѣлать значительное сбереженіе матеріала и уже вполнѣ успѣшно примѣненныя имъ при постройкѣ нѣкоторыхъ значительныхъ сооруженій во Франціи.

Такъ какъ очевидно, что опредѣленіе давленія на подпорныя стѣны безъ цифровыхъ данныхъ, выведенныхъ изъ опытовъ и не принимая во вниманіе неравномѣрности насыпи, не даетъ пригодныхъ для практики будущаго выводовъ, то небезинтересно изслѣдовать ближе формулы Leygue'а, принимающія во вниманіе указанную неравномѣрность, тѣмъ болѣе, что при этомъ получаются весьма важные результаты, указывающіе на существенную необходимость продолженія подобныхъ изслѣдованій. Опыты Leygue'а приводятъ его къ слѣдующимъ выводамъ:

1) Поперечный разрѣзъ поверхности скольженія при грунтѣ, лишенномъ сцѣпленія частицъ, представляется въ видѣ кривой, обращенной выпуклостью къ сторонѣ подпорной стѣны; кривизна ея при тѣхъ же прочихъ условіяхъ остается почти тою же самою, независимо отъ измѣненія высоты стѣны *). Измѣняется же эта кривизна въ зависимости отъ угла естеств. откоса φ земли, угла α, образуемаго стѣной съ вертикальной линіей и угломъ β земляного откоса поверхъ насыпи, а также въ зависимости отъ могущей встрѣтиться нагрузки.

2) Если обозначить черезъ l длину задней стѣнки поперечнаго сѣченія стѣны, то *точка приложенія равнодѣйствующей давленія* будетъ на высотѣ $\lambda\, l$ надъ подошвой задней стѣнки, гдѣ λ есть эмпирическій коеффиціентъ, измѣняющійся отъ $^1/_2$ до $^1/_3$ въ зависимости отъ φ, α и β.

3) *Направленіе давленія земли* ε составляетъ съ нормалью къ поверхности стѣны уголъ ψ, представляющій собою уголъ тренія между землею и стѣнкою. Обыкновенно можно принимать уголъ ψ приблизительно равнымъ углу естественнаго откоса φ земли; при совершенно гладкой стѣнѣ разница не превосходитъ 5—6%.

4) *Величина давленія* ε для тѣхъ случаевъ, когда нѣтъ добавочной нагрузки, опредѣляется условіемъ:

I) $\varepsilon = \varkappa\, g_e\, h^2$, гдѣ

h — высота стѣны,

g_e — вѣсъ 1 куб. метра грунта,

$\varkappa$ — численный коеффиціентъ, зависящій исключительно отъ α, β и φ.

Разлагая силу давленія грунта на составляющія такъ, чтобы одна изъ нихъ была нормальна къ поверхности стѣны, а другая ей паралельно, имѣемъ:

$$\text{II)}\ \begin{cases} \varepsilon_1 = \varkappa_1\, g_e\, h^2 \\ \varepsilon_2 = \varepsilon_1 \operatorname{tg} \psi \\ \varkappa_1 = \varkappa \cos \psi \end{cases}$$

5) *Вращающій моментъ* давленія грунта относительно подошвы задней стороны подпорной стѣнки опредѣляется поэтому:

$$\text{III)}\ M = E_1\, \lambda l = \frac{\lambda \varkappa_1\, g_e}{\cos \alpha} h^3 = \mu\, g_e\, h^3 \text{ или}$$

$$\text{IIIa)}\ \mu = \frac{\lambda\, \varkappa_1}{\cos \alpha}$$

Значеніе коеффиціентовъ λ и $\varkappa$, могутъ быть получены опытнымъ путемъ, посредствомъ пружинныхъ измѣрительныхъ приборовъ; значенія μ могутъ быть, независимо отъ выведеннаго выраженія, также опредѣлены посредствомъ рычажнаго прибора. По изслѣдованіямъ Leygue'а полученныя такимъ путемъ величины весьма хорошо согласуются съ результатами формулы.

6) *Вліяніе добавочнаго груза u.* Представивъ себѣ, что этотъ грузъ замѣненъ добавочной земляной насыпью, высота которой $= u$, мы можемъ пользоваться приведенными уравненіями I—IIIa, съ тѣмъ лишь измѣненіемъ, что вмѣсто коеффиціентовъ λ, $\varkappa_1$, μ слѣдуетъ подставить λ_n, $\varkappa_n$ μ_n, причемъ:

$$\text{IV.}\ \begin{cases} \lambda_n = \lambda\ \left(1 + 0{,}035 \frac{u}{h}\right) \\ \varkappa_n = \varkappa_1\ \left(1 + 0{,}66 \frac{u}{h}\right) \\ \mu_n = \mu\ \left(1 + 0{,}70 \frac{u}{h}\right) \end{cases}$$

Замѣтимъ здѣсь же, что значенія эти могутъ быть пригодны лишь до извѣстной величины и относитольно h (опыты Leygue'а простираются лишь до $u = h$). Поэтому лучше было бы въ выраженіи для λ_u знаменатель послѣдняго члена выразить не черезъ h, а черезъ $h + u$, какъ въ теоріи Понслэ.

7) Степень мелко или крупнозернистости грунта и его влажность по Leygue'у принимаются во вниманіе настолько, насколько они измѣняютъ значеніе φ; вмѣстѣ съ измѣненіемъ послѣдняго измѣняется также и $\varkappa_1$.

8) При существованіи бермъ или ломаного откоса насыпки слѣдуетъ интерполировать между различными значеніями λ и $\varkappa$.

9. Опыты Leygue не простираются на стѣны съ кривой или ломаной задней поверхностью. Названный инженеръ считаетъ плоскую заднюю сторону наиболѣе цѣлесообразной и достигаетъ ее въ случаѣ необходимости посредствомъ соотв. забутки. Послѣднее однако не всегда выполнимо и поэтому желательно было бы распространить изслѣдованіе на такіе случаи.

10) Потребную толщина стѣны при трапецоидальномъ сѣченіи Leygue опредѣляетъ, обезпечивая ее противъ опрокидыванія, извѣстнымъ запасомъ прочности. Для того же, чтобы при могущихъ встрѣтиться небольшихъ увеличеніяхъ напора линія давленія не выходила изъ средней трети стѣны, онъ не принимаетъ коеффиціента прочности ϑ, какъ прежде, равнымъ постоянной величинѣ (2), но измѣняетъ его сообразно формѣ сѣченія. Для наклонныхъ стѣнъ съ сѣченіемъ въ видѣ паралелограмма онъ примѣняетъ ϑ = отъ 2 до 2½, для прямоугольного сѣченія = 2½, для симметричной трапеціи = отъ 2½ до 3.

Обозначивъ черезъ ζ уголъ образуемый передней стороной стѣны съ вертикалью, черезъ ω уголъ между вертикалью и діагональю отъ передняго угла подошвы до верхняго края задней стороны стѣны и черезъ h уголъ между вертикалью и задней стороной стѣны, (смотря по уклону послѣдней, уголъ этотъ будетъ положительный или отрицательный) будетъ имѣть:

*) По изслѣдованіямъ Форшгеймера поверхность скольженія для песчанаго грунта будетъ почти плоскою. Значительно большая кривизна, полученная при опытахъ Leygue'а, можетъ быть отчасти объяснена тѣмъ, что послѣдній предполагаетъ разрушеніе стѣны вращеніемъ, что болѣе соотвѣтствуетъ дѣйствительности, нежели предполагаемое Форшгеймеромъ паралельное передвиженіе стѣны.

$$
\mathrm{V}\left\{
\begin{aligned}
&\mathrm{tg}\,\omega = -\frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} - B}\\
&\eta = \mathrm{tg}\,\varphi\cos\alpha - \vartheta\sin\alpha\\
&A = 2\,\frac{g_e}{g_m}\,\varkappa_1\,\eta - \mathrm{tg}\,\alpha\\
&B = -2\,\frac{g_e}{g_m}\,\varkappa_1\left[\frac{\vartheta\lambda}{\cos\alpha} + \eta\,\mathrm{tg}\,\alpha\right] + \frac{\mathrm{tg}^2\alpha - \mathrm{tg}^2\zeta}{3}
\end{aligned}
\right.
$$

При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду положительное или отрицательное значеніе α. Вѣсъ 1 куб. метра кладки обозначены черезъ g_m.

Отсюда верхняя и нижняя толщина стѣны будутъ

$$
\mathrm{Va}\left\{
\begin{aligned}
&b_o = h\,(\mathrm{tg}\,\omega - \mathrm{tg}\,\zeta)\\
&b_u = h\,(\mathrm{tg}\,\omega - \mathrm{tg}\,\alpha)
\end{aligned}
\right.
$$

Иногда удобнѣе прямо задаваться толщиною b_o стѣны вверху и опредѣлять уклонъ ζ или прямо нижнюю толщину b_u; тогда имѣемъ:

$$
\mathrm{VI}\left\{
\begin{aligned}
&b_u = -\frac{M}{4} + \sqrt{\frac{M^2}{3} - N},\ \text{причемъ}\\
&\eta = \mathrm{tg}\,\varphi\cos\alpha - \vartheta\sin\alpha\\
&M = 3\,\frac{g_e}{g_m}\,\varkappa\,\eta\,h + b_o + \frac{h\,\mathrm{tg}\,\alpha}{2}\\
&N = -3\,\frac{g_e}{g_m}\,\varkappa_1\,h^2.\,\frac{\vartheta\lambda}{\cos\alpha} - b_o\left(\frac{b_o}{2} - h\,\mathrm{tg}\,\alpha\right)
\end{aligned}
\right.
$$

Leygue считаетъ наиболѣе простыми и цѣлесообразными наклонныя стѣны съ сѣченіемъ въ видѣ паралелограмма. Онъ принимаетъ ширину основанія сѣченія $b = v.\,h$ и даетъ для v слѣдующую эмпирическую формулу.

$$
\mathrm{VIa}\ v = \left(0{,}405 + 0{,}08\,\vartheta + \frac{\mathrm{tg}^2\beta}{6{,}5 - \vartheta}\right)(1 - \mathrm{tg}\,\alpha) - 0{,}3\,(1 - \mathrm{tg}^3\alpha).
$$

Эта формула довольно хорошо согласуется съ ур VI.

11) *Вліяніе контрфорсовъ*: а) когда они находятся лишь на наружной сторонѣ стѣны. Распредѣленіе давленія будетъ довольно сложно; наоборотъ, опредѣленіе устойчивости весьма просто и размѣры стѣны для даннаго ϑ легко опредѣляются, если дано отношеніе толщины контрфорсовъ p въ разстоянію q между ихъ осями. Обыкновенно $\alpha = 0$, т. е. задняя сторона стѣны вертикальна.

Leygue полагаетъ
$$
\begin{aligned}
p &= 0{,}5 + 0{,}05\,h\\
q &= 5\,p. = 2{,}5 + 0{,}25\,h
\end{aligned}
$$

и опредѣляетъ толщину стѣны d между контрофорсами изъ ур. $d = vh$ при $\vartheta = 1$, т. е. чтобы стѣна бозъ помощи контрфорсовъ находилась бы въ состояніи мгновеннаго равновѣсія; значеніе v опредѣляется изъ условія:

$$
\frac{v^2\,h^3}{2}\,g_m = \lambda\,\varkappa_1\,h^3\,g_e - \varkappa_1\,\mathrm{tg}\,\varphi.\,vh^3\,g_e\text{, откуда}
$$

$$
\mathrm{VII)}\ v = -\frac{g_e}{g_m}\,\varkappa_1\,\mathrm{tg}\,\varphi + \sqrt{\frac{g_e}{g_m}.\,\varkappa_1\left\{\frac{g_e}{g_m}.\,\varkappa_1\,\mathrm{tg}^2\varphi - 2\,\lambda\right\}}
$$

Если $s = v_1 h$ будетъ ширина подошвы контрфорса (отъ края стѣны) и коеффиціентъ прочности ϑ = отъ 2 до 3, то, разсматривая стѣну и контрфорсъ какъ одно цѣлое и принебрегая незначительной величиной $\frac{v_1^2\,p}{69}$, имѣемъ

$$
\mathrm{VIIa)}\ v_1 = \frac{\frac{g_e}{g_m}\,\mu\,(\delta - 1)}{\frac{g_e}{g_m}.\,\varkappa_1\,\mathrm{tg}\,\varphi + v}
$$

Это послѣднее уравненіе вѣрно вообще лишь, приблизительно, такъ какъ въ него не входитъ отношеніе $\frac{p}{q}$.

При наклонной задней сторонѣ стѣны, что встрѣчается сравнительно рѣже, выраженія для v и v_1 будутъ нѣсколько сложнѣе и поэтому мы ихъ здѣсь не приводимъ.

б) Контрфорсы находятся на задней сторонѣ стѣны. Легко убѣдиться, что по мѣрѣ увеличенія обратнаго уклона (α) или подрѣза задней стороны стѣны будетъ уменьшаться напоръ грунта (при $= 90\psi$ $\varepsilon = 0$) а слѣдовательно и уменьшиться и потребная толщина стѣны, т. е. ея стоимость. Очевидно что далѣе извѣстнаго предѣла стѣна будетъ стремиться во время постройки опрокинуться назадъ и въ этомъ случаѣ прибѣгаютъ къ устройству позади ея также контрфорсовъ. Leygue полагаетъ, что треніе земли о поверхности этихъ контрфорсовъ ослабляетъ напоръ ея собственно на стѣну и совѣтуетъ поэтому вовсе не принимать ихъ въ соображеніе, уменьшая взамѣнъ того напоръ за 10% противъ того который былъ бы при гладкой стѣнѣ. Въ доказательство значительныхъ размѣровъ происходящаго здѣсь тренія онъ указываетъ на случаи при разломѣ старинныхъ укрѣпленій въ Антверпенѣ, гдѣ всѣ задніе контрфорсы оказались оторваны отъ стѣны и углублены на 10 сант. въ фундаментъ. Однако при этомъ разсчетъ уже теряетъ свою точность; поэтому Leygue совѣтуетъ въ подобныхъ случаяхъ, если можно, заполнять промежутки между задними контрфорсами забуткою, до устройства насыпи, получая такимъ образомъ вертикальную заднюю сторону стѣны. При этомъ еще достигается удобное просачиваніе воды и стѣна можетъ быть разсматриваема какъ одно цѣлое съ забуткою. Если же толщина стѣны такова, что линія давленія изъ нея не выходитъ, то давленіе въ швахъ забутки будетъ значительно менѣе и она можетъ быть сдѣлана изъ менѣе хорошаго матеріала. Линія давленія при этомъ опредѣляется точно также, какъ и въ сплошной стѣнѣ, причемъ можно принять вѣсъ 1 куб. м. забутки нѣсколько менѣе, чѣмъ каменной кладки (приблизительно $= g^e$).

Въ подобномъ случаѣ, при сѣченіи стѣны въ видѣ паралелограмма, полагая ϑ = отъ 2 до 3 и разсматривая задніе кронштейны какъ состоящіе изъ одного матерьяла съ забуткою толщина стѣны по горизонтальному направленію $d = v\,h$ опредѣляются изъ слѣдующихъ уравненій.

$$
\mathrm{VIII.}\left\{
\begin{aligned}
&v = -\frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} - B}\ \text{гдѣ}\\
&A = \mathrm{tg}\,\alpha\left(1 + \frac{g_e}{g_m}\right)\varkappa_1\,\mathrm{tg}\,\psi\\
&B = -2\,\frac{g_e}{g_m}\left[\vartheta\,\varkappa_1\,\lambda - \mathrm{tg}\,\alpha\left(\frac{\mathrm{tg}\,\alpha}{3} + \varkappa_1\,\mathrm{tg}\,\psi\right)\right]
\end{aligned}
\right.
$$

Кромѣ приведенныхъ, Leygue предлагаетъ для подобныхъ стѣнъ еще слѣдующую, приблизительную формулу, гдѣ $g_e : g_m$ принято $= 0{,}8$:

$$
\mathrm{VIIIa.}\ v = \left(1{,}305 + 0{,}08\,\vartheta + \frac{\mathrm{tg}^2\beta}{6{,}5\,\vartheta}\right)\left(1 - \frac{\mathrm{tg}\,\alpha}{2}\right) - 1{,}20
$$

Формулы эти пригодны и въ томъ случаѣ, когда забутка проходитъ въ видѣ тонкой стѣнки позади контрфорсовъ, а остающійся клинообразный промежутокъ заполненъ плотно утрамбованнымъ грунтомъ (Ann. d. p. et ch. 1887, I. 113). При этомъ линія давленіе должна проходить по возможности близко къ срединѣ передней стѣны.

Таб. I. Значенія λ, $\varkappa_1$ и μ для сухого, мелкаго песку, вѣсящаго (g_e) 1430 килогр. / 1 куб. м., при углѣ естеств. откоса 33° 40, (т. е. $\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{2}{3}$).

t_g угла уклона α задней стороны стѣны.	Величина λ при			Величина $\varkappa_1$ при			Величина μ					
							измѣренная для			вычисл. по ур. III α для		
	$t_g\,\beta = 0$	$t_g\,\beta = \frac{1}{2}$	$t_g\,\beta = \frac{2}{3}$	$t_g\,\beta = 0$	$= \frac{1}{2}$	$= \frac{2}{3}$	$t_g\,\beta = 0$	$= \frac{1}{2}$	$= \frac{2}{2}$	$t_g\,\beta = 0$	$= \frac{1}{2}$	$= \frac{2}{3}$
$t_g\,\alpha = -\frac{3}{2}$	0,418	0,457	0,482	0,708	1,060	1,412	0,533	0,967	1,326	0,532	0,873	1,227
-1	0,431	0,462	0,485	0,392	0,591	0,784	0,239	0,425	0,574	0,238	0,386	0,537
$-\frac{2}{3}$	0,438	0,467	0,478	0,243	0,337	0,474	0,127	0,214	0,290	0,128	0,189	0,273
$-\frac{1}{3}$	0,437	0,459	0,476	0,136	0,199	0,258	0,063	0,103	0,136	0,063	0,096	0,130
0	0,427	0,443	0,470	0,070	0,105	0,138	0,030	0,047	0,065	0,030	0,047	0,065
$+\frac{1}{3}$	0,400	0,430	0,450	0,031	0,044	0,054	0,016	0,024	0,032	0,013	0,020	0,026
$+\frac{2}{3}$	0,385	0,410	0,439	0,018	0,029	0,035	0,009	0,014	0,018	0,008	0,014	0,018
$+\frac{3}{2}$	0,5	0,500	0,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Находящіяся въ таблицѣ цифры взяты нами не изъ соч. Leygue, а изъ статьи проф. Lang'а (Рига), взявшаго на себя, трудъ ихъ провѣрить. Кромѣ сухого песку, таблица эта можетъ примѣняться ко всѣмъ грунтамъ съ $t_g\,\varphi = \frac{2}{3}$; для такихъ же грунтовъ, уголъ естеств. откоса которыхъ во влажномъ состояніи уменьшается, лучше пользоваться слѣдующими данными:

Таб. II. Значенія λ, $\varkappa$, и μ для хряща при $g_e = 740$ кил. \ 1 куб. м.; $\varphi = 26^0 34'$, слѣд. $t_g\ \varphi = \frac{1}{2}$

$t_g\ \alpha$	Величина λ при			Величина $\varkappa$ при			Величина μ					
							измѣренная при			вычисленная по ур. III а при		
	$t_g\,\beta = 0$	$= \frac{1}{2}$	$= \frac{2}{3}$	$t_g\,\beta = 0$	$= \frac{1}{2}$	$= \frac{2}{3}$	$t_g\,\beta = 0$	$= \frac{1}{2}$	$= \frac{2}{3}$	$t_g\,\beta = 0$	$= \frac{1}{2}$	$= \frac{2}{3}$
$-\frac{1}{3}$	0,392	0,349		0,203	0,350		0,085	0,168		0,084	0,166	
0	0,377	0,443		0,149	0,243		0,0553	0,108		0,0562	0,108	
$+\frac{1}{3}$	0,389	0,449		0,085	0,133		0,0376	0,663		0,0348	0,063	

Для опредѣленія λ, $\varkappa_1$ и μ при такихъ величинахъ β и α которыя не находятся въ таблицахъ; всего удобнѣе изобразить обѣ приведенныя таблицы графически, въ видѣ кривыхъ, на графленой бумагѣ.

Такимъ образомъ Leygue опредѣляетъ съ достаточной точностью толщину стѣны противъ ея опрокидыванія; напротивъ того, онъ не даетъ точныхъ указаній относительно распредѣленія давленія на задней сторонѣ стѣны (т. наз. площадь давленія), нѣкоторые указываютъ какъ на внутреннее противорѣчіе на опредѣленіе напора по ур. I при единовременномъ предположеніи $\lambda \trianglerighteq \frac{1}{3}$.

Однако здѣсь противорѣчія въ дѣйствительности не существуетъ, такъ какъ всегда возможно площадь давленія, выраженную первоначально треугольникомъ $\varkappa_1\ (g_e : g_m)\ h^2$, ограниченную сзади прямой линіей, замѣнить равною ей площадью съ центромъ тяжести на высотѣ λl, ограниченного сзади кривого. Тогда при возрастаніи h получится уже другая кривая и слѣд. вмѣсто одной кривой мы будемъ имѣть цѣлый рядъ таковыхъ соотвѣтственно различнымъ значеніямъ h.

Форма такой кривой можетъ быть, конечно, опредѣлена графическимъ путемъ, здѣсь же мы покажемъ весьма простой способъ вычисленія ея уравненія, предложенный проф. Lang'омъ.

Задача заключается въ томъ, чтобы выразить давленіе земли въ формѣ нажимающей кладки причемъ ординаты поверхности давленія должны по величинѣ и направленію представлять высоту призмы, давящей на соотвѣтственный элементъ стѣны.

Если l длина задней стороны сѣченія стѣны, то $(1 - \lambda)\ l$ есть положеніе центра равнодѣйствующей, относительно верхняго края стѣны; полагая на этомъ краю начало координатъ, выбирая ось y такъ чтобы она совпадала съ заднимъ краемъ стѣны и ось χ въ направленіи давленія земли такъ что уголъ между осями будетъ $90 + \psi$, имѣемъ условное уравненіе.

$$(1 - \lambda)\ l \int_0^l \chi\ d\ y \cos\psi = \int_0^l \chi\ y\ dy\ \cos\psi,$$

которое вмѣстѣ съ ур. I—III дастъ слѣдующее уравненіе для кривой, ограничивающей сзади площадь давленія:

$$\text{IX} \begin{cases} \chi = C.\ y^{\frac{1}{\lambda} - 2}, \text{ гдѣ} \\ C = \frac{g_e}{g_m}\left(\frac{1}{\lambda} - 1\right)\frac{\varkappa_1 \cos^2\alpha}{\cos^2\psi}\, l^{3 - \frac{1}{\lambda}} = C_1\, l^{3 - \frac{1}{\lambda}} \end{cases}$$

Постоянная C есть функція отъ высоты стѣны ($h = l \cos \alpha$) и слѣд. ур. IX даетъ для различныхъ высотъ рядъ кривыхъ, который остается тотъ же для постоянной C_1, если значенія α, β и φ не измѣняются.

При $y = l$, $x_1 = C_1 l$ т. е. начало всѣхъ кривыхъ, соотвѣтствующихъ различнымъ l, находится на прямой, проходящей черезъ верхній край стѣны. Лишь для жидкостей, свободныхъ отъ тренія, доказано, что $\lambda = \frac{1}{3}$ и тогда ур. IX обращается въ

IX a) $x = C_1 y$, т. е. здѣсь рядъ кривыхъ сливается въ одну прямую для всякаго значенія l, т. е. другими словами принятое досихъ поръ ограниченіе площади давленія прямою IX*a* есть частный случай ур. IX-го, относящійся лишь къ не производящимъ тренія жидкостямъ. Такъ напр. при напорѣ воды на стѣнку будемъ имѣть $\lambda = \frac{1}{3}$, $\psi = 0$, $g_e = 1$ и $\frac{1}{\lambda} - 1 = 2$; при $\alpha = 0$ будетъ $l = h$; $x_1 = \frac{1}{2}$; $3 - \frac{1}{\lambda} = 0$, слѣд.

$$C = \frac{1}{g_m} \text{ и}$$

$$\text{IX b)}\ x = \frac{y}{g_m} \quad *)$$

Ясно, что при криволинейномъ ограниченіи площади давленія уже не будетъ имѣть мѣсто теоретическая правильность треугольного сѣченія стѣны; на оборотъ, теоретически правильное сѣченіе также будетъ ограничено кривыми.

На основаніи всего сказаннаго уже легко вычислить такую наклонную съ задней стороны стѣну, гдѣ линія давленія проходила бы черезъ средины всѣхъ горизонтальныхъ сѣченій.

Для стѣнъ съ добавочной нагрузкой можно совершенно такимъ же образомъ, на основаніи ур. IV, вывести слѣдующее уравненіе для кривой, ограничивающей площадь давленія:

$$\text{X}\begin{cases} x = C_u \cdot (y + 0{,}035\, l_u)^{\frac{1}{2} - 2} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \lambda \text{, гдѣ} \\ C_u = \dfrac{g_e}{g_m}\left(\dfrac{1}{\lambda} - 1\right) \dfrac{x_u \cos^2 \alpha}{\cos^2 \psi} \cdot \dfrac{l^2}{(l + 0{,}035\, l_u)^{\frac{1}{\lambda} - 1}} = \\ \qquad = C_{,u} \cdot \dfrac{l^2}{(l + 0{,}035\, l_u)^{\frac{1}{\lambda} - 1}}, \end{cases}$$

гдѣ l_u обозначаетъ измѣреніе добавочной нагрузки, переведенной въ земляную насыпь, произведенное по направленію задней стороны стѣны; для $\alpha = 0$, $l = h$ и $l_u = u$.

Послѣднее уравненіе, конечно лишь приближенно; ошибка возрастаетъ вмѣстѣ съ отношеніемъ $h : l$, что слѣдуетъ имѣть въ виду при опредѣленіи давленія грунта на нижнія части стѣны съ ломаной (уступчатой) задней поверхностью.

Величины C_1 и $C_{,u}$ постоянны при тѣхъ же значеніяхъ α, β и φ для всякой высоты стѣны и поэтому также могутъ быть заранѣе вычислены въ видѣ таблицъ.

Численный примѣръ всего лучше можетъ пояснить ходъ разсчета. Пусть $h = 4$ м.; $tg\,\beta = \frac{2}{3}$; $tg\,\alpha = 0$; $\frac{g_e}{g_m} = 0{,}8$; $tg\,\varphi = tg\,\psi = \frac{2}{3}$; тогда $l = 4$ м.; $\cos \alpha = 1$; $\cos \psi = 0{,}832$; $x_1 = 0{,}138$; $\lambda = 0{,}47$; $\frac{1}{\lambda} = 2{,}128$, слѣд. $C = 0{,}6025$; $\log C = 9{,}7800$.

Располагаемъ результаты вычисленій въ видѣ таблицы, причемъ опредѣляемъ нетолько значенія $x_r = C \cdot y_r^{\frac{1}{\lambda} - 2}$, но и площади ΔF отдѣльныхъ отрѣзковъ площади давленія; послѣднее необходимо, кромѣ провѣрки разсчета, для вычерчиванія впослѣдствіе линіи давленія. Такъ какъ ограничивающая кривая весьма быстро приближается къ прямой, то отрѣзки площади давленія по большей части могутъ быть опредѣлены какъ трепеціи, т. е. вообще

$$\Delta F_r = (\chi_r + \chi_{r-1})(y_r - y_{r-1}) \frac{\cos \psi}{2} = (\chi_r + \chi_{r-1})\, \Delta y_r \cdot 0{,}416.$$

Для перваго отрѣзка можно съ достаточной точностью принять

$$\Delta F_1 = \frac{5}{6} \cdot \chi_1 y_1 \text{ : послѣднія цифры могутъ быть въ обоихъ случаяхъ округлены.}$$

Схема разсчета:

	1	2	3	4	5	6	7	8
r	y_r	log y_r	$\left(\frac{1}{\lambda} - 2\right)$ log y	log χ_r	χ_r	χ_r $\chi_r - 1$	Δ y_r	Δ F
1	0,25	9,3979	9,9221	9,7021	0,504	0,504	0,25	0,087
2	0,50	9,6990	9,9616	9,7416	0,552	1,056	0,25	0,110
3	1,00	0	0	9,7800	0,603	1,155	0,50	0,241
4	2,00	0,30103	0,0385	9,8185	0,659	1,262	1,00	0,526
5	3,00	0,4771	0,0611	9,8411	0,693	1,352	1,00	0,663
6	4,00	0,6021	0,0711	9,8571	0,717	1,410	1,00	0,587

F = Σ Δ F = 2,114 кв. м.

По ур. I $F = \frac{E}{g_m} = \frac{0{,}8 . 0{,}138}{0{,}832} . 4_2 = 2{,}123$ кв. м. Слѣдовательно, получаемая точность вполнѣ достаточна для графическаго изображенія линіи давленія. Эти выводы сдѣланные на основаніи изслѣдованій Leygue'а останутся справедливыми и въ томъ случаѣ,

*) Примѣч. При $\lambda = \frac{1}{2}$ $x = C_1 l$ = пост. вел.; при этомъ площадь давленія обращается въ параллелограммъ. Но такъ какъ $\lambda = \frac{1}{2}$ лишь при $tg\,\alpha = \frac{2}{3}$ и притомъ $x_1 = 0$, то ур. IX обращается въ $x = 0$.

если болѣе новыя изслѣдованія дадутъ нѣсколько иныя значенія для $\varkappa$, и λ; поэтому весьма желательно, чтобы съ этой цѣлью были произведены еще новые опыты. Если величина λ постоянно получится болѣе $^1/_3$, то это покажетъ, что допускавшееся до сихъ поръ предположеніе полной однородности и отсутствія частичного сцѣпленія въ грунтѣ не согласуется съ дѣйствительностью даже для сухого песка, а тѣмъ болѣе для болѣе мягкихъ, сжимаемыхъ грунтовъ. Для разсчета подпорныхъ стѣнъ не имѣетъ особой важности объясняется ли это явленіе совокупнымъ дѣйствіемъ тренія и частичного притяженія, или же измѣненіемъ угла естеств. откоса по мѣрѣ увеличенія глубины *).

До окончательнаго выясненія путемъ опытовъ намѣченныхъ здѣсь вопросовъ не можетъ быть и рѣчи о совершенно точномъ разборѣ вліянія состоянія насыпи на разсчетъ стѣнъ и только рѣшивъ окончательно эти вопросы, можно надѣяться получить совершенно точное теоретическое изслѣдованіе давленія земли, согласное съ практикой.

До этого же времени способъ Leugue'а, по крайней мѣрѣ для несжимаемыхъ грунтовъ, **) можно считать весьма примѣнимымъ. Въ видахъ предосторожности можно при разсчетѣ задаваться нѣсколько большими величинами λ, $\varkappa$, и μ противъ приведенныхъ въ таб. I. и II.

Въ сравненіи съ теоріей Понслэ, вращающій моментъ напора земли получается по способу Leygue'а весьма сходный, если только насыпь ограничена сверху горизонтальной линіей; при наклонномъ профилѣ насыпи прежняя теорія даетъ вообще слишкомъ большія величины.

(Rigasche Industrie Zeitung).

Опредѣленіе коэффиціента полезнаго дѣйствія количества доставляемой теплоты и изслѣдованіе образа дѣйствія нагрѣвательныхъ приборовъ.

Введеніе.

Каково-бы ни было устройство нагрѣвательнаго прибора, во всякомъ случаѣ, въ общемъ — дѣйствіе его состоитъ въ передачѣ тепла, развиваемой топливомъ; но, только въ исключительныхъ случаяхъ, вся развиваемая при горѣніи теплота доставляется приборомъ, обыкновенно часть ея теряется безполезно вмѣстѣ съ извлекаемыми наружу продуктами горѣнія, вслѣдствіе неполности послѣдняго и т. п., причемъ: въ экономическомъ отношеніи, приборъ будетъ тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ меньше безполезная потеря, т. е. чѣмъ больше теплоты онъ можетъ доставить. Сообразно съ этимъ, если обозначить количество доставляемой теплоты, черезъ N_1, развиваемой N_0, то отношеніе: $\frac{N_1}{N_0}$ можетъ служить для оцѣнки степени экономическаго совершенства нагрѣвательнаго прибора; чѣмъ отношеніе это ближе къ единицѣ, тѣмъ больше будетъ количество тепла потребляемое въ пользу, т. е., какъ говорятъ, тѣмъ больше полезное дѣйствіе прибора. Названное отношеніе извѣстно подъ названіемъ коэффиціента полезнаго дѣйствія и обозначаетъ собственно ту часть каждой развиваемой единицы тепла, которая идетъ въ пользу; большею частью отношеніе это множатъ на 100 и тогда коэффиціентъ выражается въ процентахъ, т. е. онъ показываетъ то количество единицъ, которое потребляется полезно, на каждые сто развиваемыхъ единицъ тепла; слѣдовательно, обозначая названный коэффиціентъ черезъ μ, получимъ:

$$\mu = 100\,\frac{N_1}{N_0} \quad \ldots\ldots \quad (A)$$

Отсюда мы видимъ, что коэффиціентъ полезнаго дѣйствія можетъ служить для сравнительной оцѣнки нагрѣвательныхъ приборовъ; но этимъ еще не исчерпывается его назначеніе; названнымъ коэффиціентомъ, опредѣленнымъ при извѣстныхъ условіяхъ, можно пользоваться еще для вычисленія количества тепла, которое данный нагрѣвательный приборъ, можетъ доставить въ помѣщеніе; и дѣйствительно:

$$100\,\frac{N_1}{N_0} = \mu; \text{ отсюда:}$$

$$N_1 = \frac{N_0\ \mu}{100},$$ гдѣ N_1 и представляетъ искомое количество доставляемой теплоты.

Наконецъ, если, при опредѣленіи μ, могутъ быть изслѣдованы причины, обусловливающія ту или другую его величину, то подобныя изслѣдованія могутъ служить: для дальнѣйшаго совершенствованія нагрѣвательнаго прибора, установленія правильной топки и т. п., почему весьма естественно, что при развитіи той отрасли техники, которая занимается отопленіемъ, вопросъ о разработкѣ подлежащаго метода изслѣдованія нагрѣвательныхъ приборовъ пріобрѣтаетъ существенное значеніе.

Какъ выше было указано, для опредѣленія коэффиціента полезнаго дѣйствія, достаточно и необходимо найти: N_1 и N_0; послѣдняя величина, при данномъ количествѣ сгорѣвшаго топлива (P) и извѣстной его теплопроизводительной способности (F), можетъ быть найдена непосредственно, а именно:

$$N_0 = F.\ P \text{ ед.}$$

Что же касается до N_1, то его опредѣляютъ или непосредственно опытомъ, или же находятъ предварительно безполезную потерю тепла; если назвать ее черезъ n_0, то:

$$N_1 = N_0 - n_0;\ \text{и:}$$

$$\mu = 100\left(\frac{N_0 - n_0}{N_0}\right) = 100\left(\frac{FP - n^0}{FP}\right)$$

Въ этомъ случаѣ, слѣдовательно, главная задача состоитъ въ опредѣленіи n_0.

Здѣсь же замѣтимъ, что величина полезнаго дѣйствія зависитъ не только отъ устройства нагрѣвательнаго прибора, но и отъ ухода за нимъ, а также силы (интенсивности) топки; чѣмъ усиленнѣе топка, тѣмъ вообще меньше полезное дѣйствіе и, въ этомъ отношеніи, обыкновенно различаютъ два случая: 1) когда опредѣляютъ коэффиціентъ для средней и 2)—усиленной, наибольшей топки.

Далѣе, каковъ бы методъ ни примѣнялся, во всякомъ случаѣ, предварительно, нагрѣвательный приборъ долженъ быть приведенъ въ надлежащее состояніе, для чего его, въ продолженіи извѣстнаго времени, топятъ правильно заранѣе опредѣленнымъ количествомъ топлива; послѣ того только приступаютъ къ наблюденіямъ *).

Ниже указано нѣсколько существующихъ способовъ опредѣленія коэффиціента полезнаго дѣйствія съ надлежащею ихъ критическою оцѣнкою, основанною на данныхъ непосредственнаго опыта.

Методъ непосредственнаго опредѣленія N_1.

Примѣняя данный методъ, слѣдуетъ, въ общемъ случаѣ, предварительно окружить нагрѣвательный приборъ возможно непроницаемою для воздуха и тепла, оболочкою; въ послѣдней оставляется два отверстія, снабженныя каналами, площадь которыхъ должна быть заранѣе измѣрена; одно вверху, другое внизу; послѣднее служитъ для притока воздуха, который, согрѣвшись теплотою, выдѣляемою печью, извлекается черезъ верхнее отверстіе; слѣдовательно здѣсь, при непроницаемой оболочкѣ, вся теплота, доставляемая печью (N_1), потребляется на подогрѣваніе притекающаго воздуха и можетъ быть найдена, если опредѣлить количество и повышеніе температуры послѣдняго, что достигается помощью анемометровъ и термометровъ; опытъ обыкновенно производится слѣдующимъ образомъ: окруживъ печь оболочкою **), расположивъ термометры въ нижнемъ и верхнемъ каналахъ, анемометръ же только въ верхнемъ, начинаютъ по вышеуказанному топить печь и, когда послѣдняя придетъ въ надлежащее состояніе, то, не измѣняя способа топки, записываютъ черезъ каждые 5 до 10 мин. показанія термометровъ и анемометра; подобный опытъ продолжается отъ 2 до 3 часовъ; окончательно вычисляютъ среднія цифры. Такъ если количество топлива, сгорающее въ продолженіи часа, обозначить черезъ P, его теплопроизводительную способность F, среднюю скорость воздуха (при T'') v, площадь канала—A, температуру воздуха при входѣ—T', при выходѣ—T'', объемную теплоемкость воздуха—C_0 и коэффиціентъ куб. расширенія α, то:

---

*) Brennecke's Grundbau стр. 78 и Siegler, Ann. d. p. et ch., 1887, I, стр. 502—504.

**) Для мягкихъ, жирныхъ грунтовъ во всякомъ случаѣ необходимы новые опыты, такъ какъ въ нихъ, быть можетъ, имѣютъ мѣсто совершенно иные законы передачи давленія.

*) Для приборовъ большой теплоемкости подготовка должна быть начата не менѣе какъ за три дня до опыта; для малой же теплоемкости достаточно однихъ сутокъ.

**) Оболочка можетъ быть сдѣлана деревянная, обшитая съ одной стороны цинкомъ по войлоку.

$$N_1 = 3600 \frac{v.\ A.\ C_0}{1 + \alpha\ T''} (T'' - T')$$

$$\mu = \frac{3.600.\ v\ A\ C_0\ (T'' - T')}{P.\ F\ (1 + \alpha\ T'')} \dots (I)$$

Способъ этотъ принадлежитъ къ самымъ точнымъ, но, въ тоже время, онъ обладаетъ слѣдующими недостатками:

1) Устройство оболочки стоитъ сравнительно дорого и не вездѣ можетъ быть допущено.

2) При опредѣленіи скорости воздуха посредствомъ анемометровъ, должны быть приняты надлежащія предосторожности, иначе полученныя данныя могутъ значительно разнится отъ дѣйствительныхъ.

3) Способъ этотъ не можетъ быть примѣненъ къ нагрѣвательнымъ приборамъ, не выдѣляющимъ теплоты оболочкою; какъ-то: къ водянымъ и паровымъ котламъ и т. п.

4) Хотя здѣсь получается весьма близкое къ дѣйствительности значеніе N_1, но нѣтъ совсѣмъ данныхъ, которые бы указывали на причины, обусловливающіе ту или другую величину названнаго количества.

Поэтому поименованный методъ можетъ быть примѣняемъ лишь въ исключительныхъ случаяхъ, когда требуется сравнить полезное дѣйствіе нагрѣвательныхъ приборовъ небольшого размѣра, преимущественно металлическихъ печей; когда, слѣдовательно, разъ устроенная оболочка можетъ служить для большаго числа опытовъ и, притомъ, когда не требуется изслѣдованіе образа дѣйствія испытуемыхъ приборовъ.

Методъ непосредственнаго опредѣленія n_0 (примѣнявшійся Мореномъ).

При дѣйствіи нагрѣвательнаго прибора потеря тепла состоитъ преимущественно изъ: 1) количества тепла, теряемаго вмѣстѣ съ продуктами горѣнія, извлекаемыми черезъ дымовую трубу при высокой температурѣ и 2) количества, теряемаго вслѣдствіе неполноты и несовершенства горѣнія, обозначая первое черезъ n_1, второе—n_2, получимъ:

$$n_0 = n_1 + n_2 \dots (2)$$

Основываясь на томъ, что величина n_2 большею частью не велика, Мореномъ былъ примѣняемъ методъ *), по которому количествомъ n_2 пренебрегалось; далѣе, для упрощенія вычисленій, было принято, что вѣсъ и теплоемкость продуктовъ горѣнія съ одной стороны и притекающаго въ топку воздуха, съ другой — равны между собою, тогда:

$$n_0 = n_1 \frac{V_0\ C_0}{1 + \alpha\ T''} (T'' - T'),$$ гдѣ: V_0 — объемъ воздуха, притекающаго въ топку, C_0 — объемную теплоемкость воздуха, T'' — температура во вьюшкѣ, T' — температура воздуха, притекающаго въ топку.

Для опредѣленія V_0, къ отверстію подувала, прилаживалась труба въ которой измѣрялась, посредствомъ анемометра, скорость притекающаго воздуха; начальная же температура воздуха и во вьюшкѣ опредѣлялась помощью термометровъ.

Методъ этотъ отличается простотою вычисленій, производство же его, хотя и проще предъидущаго, но требуетъ каждый разъ приспособленія приставной трубы и точной установки анемометра; далѣе здѣсь являются слѣдующіе, весьма серьезные недостатки:

1) При подкладываніи топлива черезъ дверцу притекаетъ значительное количество воздуха, которое не можетъ быть принято во вниманіе при опредѣленіи потери тепла, такъ какъ оно не указывается анемометромъ, помѣщеннымъ въ поддувалѣ; кромѣ того и въ остальное время, воздухъ притекаетъ не только черезъ поддувало, но еще черезъ поры матеріала, щели и т. п. неплотности; этотъ излишній притокъ, въ дѣйствительности уменьшаетъ полезное дѣйствіе, данныя-же опыта укажутъ на совершенно обратное явленіе, такъ какъ отъ этого температура въ дымовой трубѣ будетъ нѣсколько ниже.

2) Вѣсъ продуктовъ горѣнія принимается равнымъ вѣсу поступающаго въ топку воздуха; въ дѣйствительности же онъ замѣтно больше, такъ какъ въ дымѣ заключается вѣсъ сгорѣвшаго топлива, поэтому дѣйствительная потеря тепла будетъ, опять таки, больше вычисленной.

*) Manuel pratique du chauffage et de la ventilation; par A. Morin.

3) Потеря тепла, вслѣдствіе неполноти горѣнія не принимается во вниманіе, что также способствуетъ увеличенію, противъ дѣйствительности, полезнаго дѣйствія; обстоятельство это, при правильно устроенномъ нагрѣвательномъ приборѣ и надлежащемъ уходѣ, можетъ, все-таки, оказать вліяніе до 10%; но, при нѣкоторой неосторожности, оно приводитъ къ весьма ошибочнымъ ретультатамъ; такъ напр. если предположить, что горѣніе, вслѣдствіе слишкомъ малаго притока воздуха, будетъ замѣтно неполнымъ, то въ дѣйствительности полезное дѣйствіе значительно уменьшится; между тѣмъ опытъ укажетъ на совершенно обратное явленіе, такъ какъ съ уменьшеніемъ V_0 коэффиціентъ увеличится; кромѣ того, при неполномъ горѣніи, температура во вьюшкѣ станетъ ниже, что также обнаружится при вычисленіяхъ увеличеніемъ полезнаго дѣйствія; между тѣмъ, какъ въ дѣйствительности, оно происходить вслѣдствіе увеличенія безполезной потери.

Подобное обстоятельство, между прочимъ, имѣло мѣсто при одномъ изъ опытовъ, опубликованныхъ Мореномъ и прошло не замѣченнымъ, при всей добросовѣстности и старательности этаго ученаго; для одной изъ чугунныхъ печей*) коэффиціентъ полезнаго дѣйствія получился равнымъ 90%, причемъ, на каждый фунтъ каменнаго угля, притекало 99 куб. ф. воздуха; между тѣмъ какъ теоретически, для полнаго отчисленія составныхъ элементовъ топлива, требуется не менѣе 125 куб. ф., на практикѣ-же объемъ этотъ долженъ быть увеличенъ вдвое; по этому здѣсь неминуемо происходило неполное горѣніе, сопровождаемое потерею тепла по крайней мѣрѣ въ 20%, причемъ полезное дѣйствіе соотвѣтственно будетъ уже 70%, если даже не принять во вниманіе другихъ погрѣшностей.

Отсюда мы видимъ, что всѣ, принятыя въ данномъ методѣ допущенія, способствуютъ преувеличенію, противъ дѣйствительности, полезнаго дѣйствія, что крайне неудобно въ практическомъ отношеніи; кромѣ того неосторожное или недобросовѣстное отношеніе къ дѣлу, здѣсь, можетъ привести къ совершенно ложнымъ результатамъ; поэтому разсмотрѣннымъ методомъ можно пользоваться только въ исключительныхъ случаяхъ; вообще-же добытые имъ результаты едва-ли могутъ имѣть серьезное практическое или научное значеніе. Заключеніе это къ сожалѣнію, въ извѣстной мѣрѣ, можетъ быть отнесено и къ опытамъ Морена**) большая часть опредѣленныхъ имъ коэффиціентовъ едва-ли соотвѣтствуетъ дѣйствительности; опыты произведенные по первому методу приводили къ инымъ результатамъ, причемъ разница доходила до 30%. Поэтому, дли избѣжанія подобныхъ ошибокъ, необходимъ былъ методъ, который, не требуя особо сложныхъ приспособленій, въ тоже время доставлялъ-бы данныя для точнаго изслѣдованія всѣхъ условій дѣйствія нагрѣвательнаго прибора.

Методъ непосредственнаго опредѣленія n_0, разработанный и принятый Товариществомъ по устройству отопленія и вентиляціи зданій.

Для точнаго, научнаго изслѣдованія нагрѣвательныхъ приборовъ, преимущественно паровыхъ котловъ, съ давнихъ поръ уже примѣнялся методъ, основанный на анализѣ составныхъ элементовъ продуктовъ горѣнія, который доставлялъ достаточно данныхъ для сознательнаго отношенія къ условіямъ горѣнія***); предварительные опыты, произведенные Товариществомъ, указали, что методъ этотъ можетъ быть распространенъ на всѣ вообще нагрѣвательные приборы; необходимо было только разработать его такъ, чтобы облегчить по возможности производство наблюденій и составить уравненія, по которымъ, послѣ простой подстановки данныхъ опыта и — производства дѣйствій, означенныхъ знаками, можно было бы получать надлежащія указанія на степень совершенства нагрѣвательнаго прибора, выраженныя въ достаточно-точныхъ цифрахъ.

Подобный методъ, съ самаго начала существованія Товарищества, примѣнялся ко всѣмъ типамъ, построенныхъ имъ приборовъ, и, путемъ послѣдовательнаго усовершенствованія, доведенъ до того вида, въ которомъ онъ, въ настоящее время, предлагается для всеобщаго пользованія.

Прежде всего замѣтимъ, что здѣсь наблюденія ограничиваются слѣдующими дѣйствіями: послѣ предварительной подготовки нагрѣвательнаго прибора по предъидущему, измѣряютъ, черезъ опредѣ-

*) Manuel pratique du chauffage et de la ventilation; Morin; page 83.

**) За исключеніемъ, впрочемъ, каминовъ, гдѣ указанные неточности не имѣютъ существеннаго значенія.

***) Les applications de la chaleur, par le professeur H. Valerius; page: 172—177.

ленные промежутки времени, въ продолженіи топки, температуру во вьюшкѣ и — комнатную, при чемъ забираютъ, въ газометръ равномѣрно продукты горѣнія. Послѣдніе затѣмъ подвергаются техническому анализу, чѣмъ и оканчивается опытъ; далѣе переходятъ къ вычисленіямъ, доставляющимъ всѣ необходимыя данныя для опредѣленія: 1) коэффиціента полезнаго дѣйствія, 2) объема притекавшаго во время топки воздуха, 3) необходимаго для полнаго горѣнія объема воздуха, 4) количества тепла, доставляемаго приборомъ, 5) степени полноты горѣнія, 6) причинъ, обусловливающихъ ту или другую величину полезнаго дѣйствія прибора.

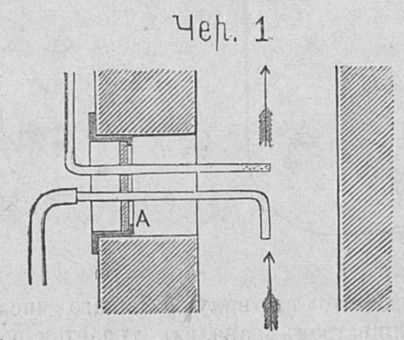
Ниже подробно разсмотрѣны, принятые Товариществомъ типы аппаратовъ.

Измѣреніе комнатной температуры производится обыкновеннымъ, предварительно вывѣреннымъ, ртутнымъ термеметромъ. Для измѣренія температуры во вьюшкѣ, удобнѣе всего, пользоваться также ртутнымъ термометромъ, въ которомъ пространство надъ ртутью должно быть заполнено водородомъ или азотомъ; подобный термометръ доставляетъ возможность, послѣ предварительной тарировки, измѣрять температуру до 450° Ц; для высшей температуры, которая бываетъ при правильномъ дѣйствіи нагрѣвательнаго прибора Товарищество крайне рѣдко пользуется калориметрическимъ термометромъ *).

Для собиранія продуктовъ горѣнія служитъ трубка съ загнутымъ концомъ, которая устанавливается въ центрѣ дымовой трубы и при томъ направляется въ сторону противуположную движенію продуктовъ горѣнія.

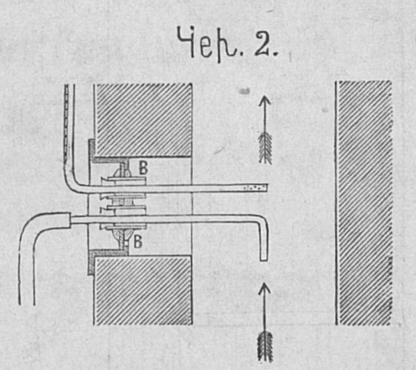
Для упрощенія установки термометра и трубки, во вьюшечное отверстіе вводится плотно-пригнанный прямоугольный кусокъ картона *A* (чер. 1); тотъ и другой приборъ поддерживается или штативомъ, или-же подвязывается къ крючку, забитому въ стѣну.

Чер. 1



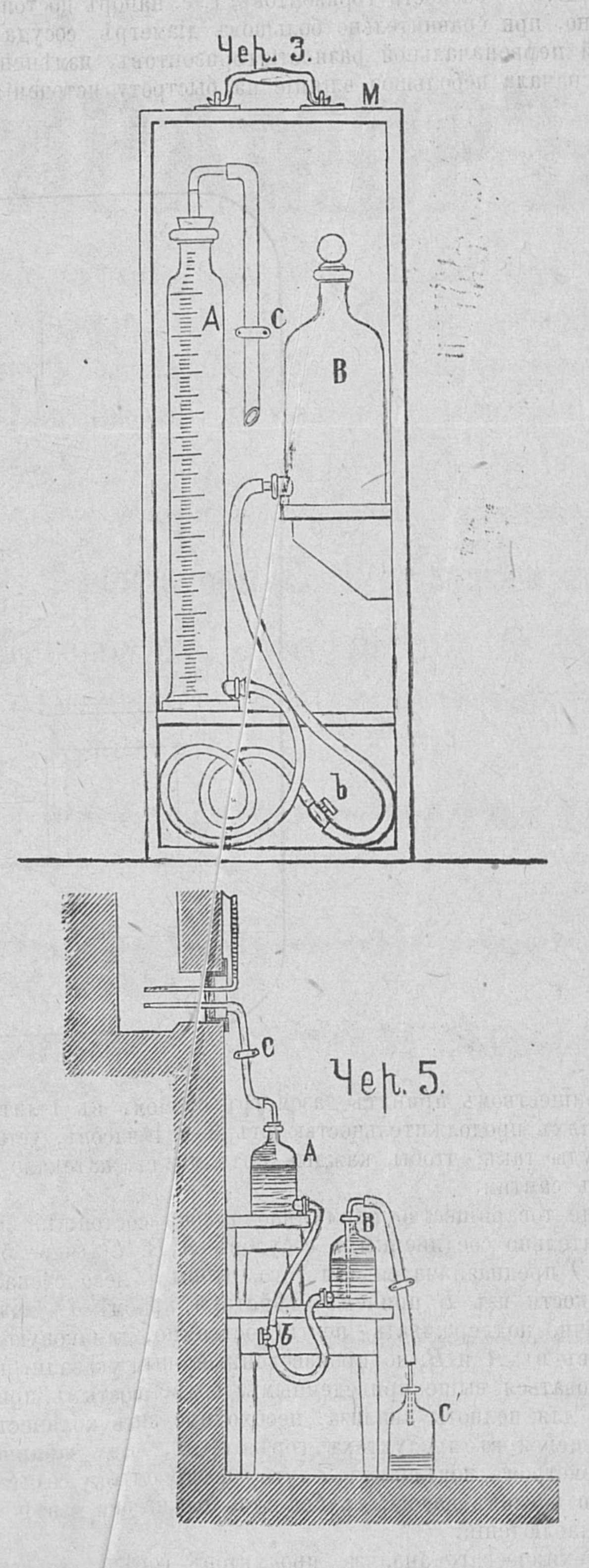
Если опыты производятся надъ большимъ числомъ нагрѣвательныхъ приборовъ съ вьюшечными отверстіями одинаковой величины, то папка можетъ быть замѣнена листикомъ изъ кровельнаго желѣза (чер. 2) съ укрѣпленными въ немъ двумя стеклянными трубочками *B*; выше названные приборы вставляются съ пробками.

Чер. 2.



Наружный конецъ забирной трубки сообщается съ газометромъ, типъ котораго, окончательно принятый Товариществомъ, представленъ на прилагаемомъ чертежѣ (3); газометръ этотъ, отличающійся простотою устройства и приспособленій спеціально къ данному случаю, состоитъ изъ двухъ, сообщающихся между собою, стеклянныхъ сосудовъ *A.*, *B*,, которые для удобства при переноскѣ, помѣщаются въ деревянный ящикъ *M.*; первый изъ названныхъ сосудовъ раздѣленъ на части равной емкости и служитъ собственно для собиранія газовъ; сосудъ *B* представляетъ резервуаръ, въ который, во время дѣйствія прибора, вытекаетъ, изъ сосуда *A*, жидкость; послѣдняя выбрана такъ, что-бы она не растворяла собранныхъ газовъ, въ виду того, что часто бываетъ неудобно дѣлать анализъ на мѣстѣ наблюденія и приходится перевозить газометръ; при этомъ газы могутъ оставаться въ соприкасаніи съ жидкостью довольно продолжительное время.

Чер. 3.



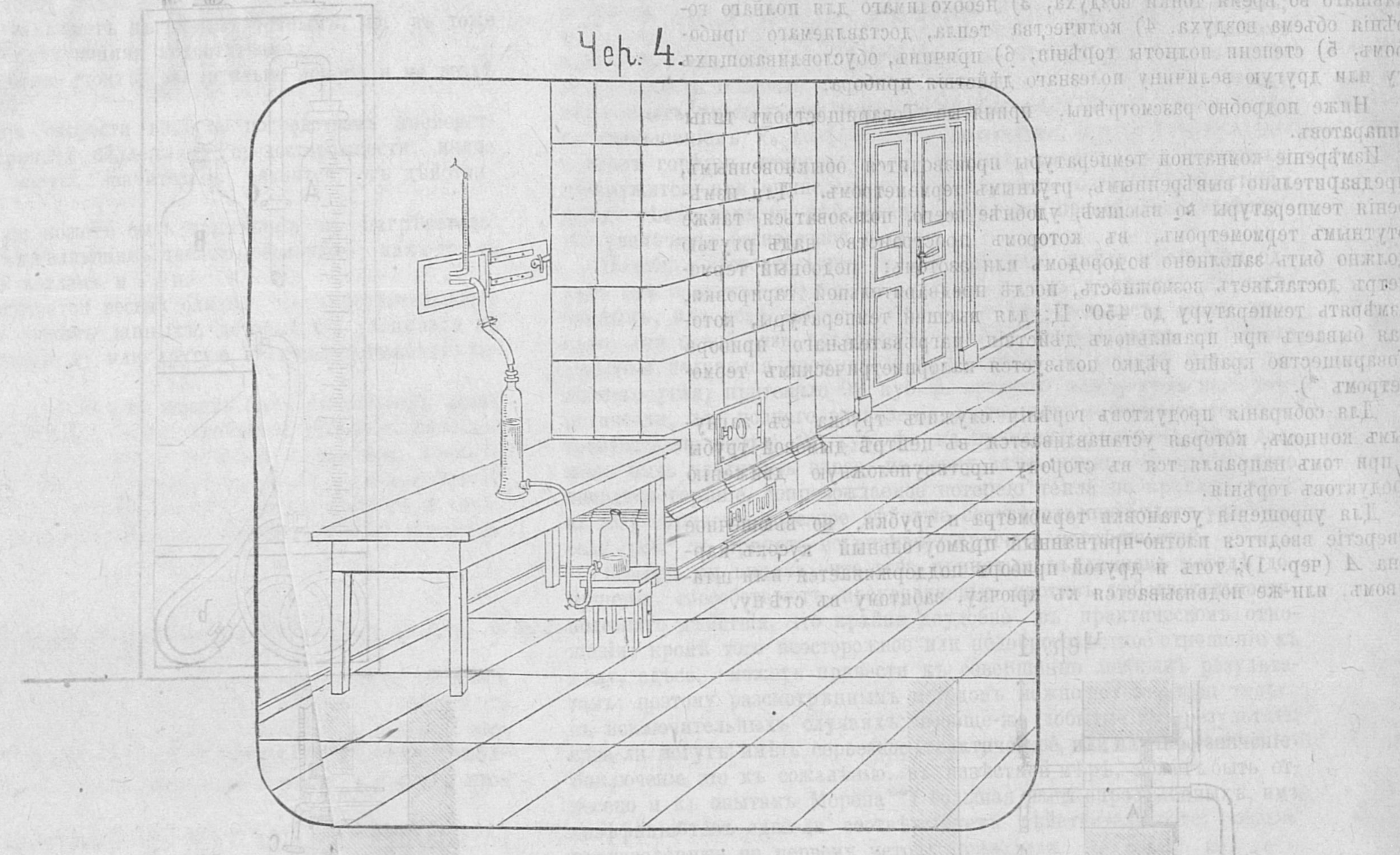
*) Вода здѣсь не годилась въ виду того, что она поглащаетъ углекислоту, представляющую одну изъ главныхъ частей дыма; ртуть увеличила-бы значительно тяжесть газометра; кромѣ того цѣнность ея довольно высока; поэтому случайный потекъ могъ-бы сопровождаться большимъ расходомъ; наконецъ, по вредному дѣйствію ртути на организмъ, при опытахъ въ жилыхъ помѣщеніяхъ, подобные потеки представляли-бы серьезное неудобство; послѣ нѣсколькихъ пробъ, Товарищество остановилось на глицеринѣ, который представляетъ совершенно нейтральную жидкость и, при его не высокой цѣнности, общедоступенъ.

Необходимую принадлежность прибора составляетъ еще кранъ *b* и зажимъ *C*.

Передъ опытомъ, поставивши сосудъ *B* выше *A*, наливаютъ въ въ него глицеринъ, который по трубкѣ *a* течетъ въ *A*; когда послѣдній будетъ полонъ, то кранъ *b* закрываютъ, соединяютъ газометръ съ забирной трубкою и помѣщаютъ *B* ниже *A*, приблизительно на 10 верш. (около 0,5 м.); въ моментъ начала наблюденія (чер. 4) открываютъ кранъ *b* на столько, чтобы, въ опредѣленное время, натекало извѣстное число дѣленій; при названной разности горизонтовъ и — объемъ газометра въ 1

*) См. Technologie der Brennstoffe; von F. Fischer; Seite: 60.

теченія достаточно дѣлать черезъ каждыя 5 до 10 минутъ, одновременно съ наблюденіемъ температуры. По мѣрѣ вытеканія жидкости въ B, — разность горизонтовъ т. е. напоръ постоянно уменьшается, но, при сравнительно большомъ діаметрѣ сосуда B и значительной первоначальной разности горизонтовъ, измѣненіе это оказываетъ сначала небольшое вліяніе на быстроту истеченія; по прошествіи же нѣкотораго времени придется или поставить ниже сосудъ B или нѣсколько болѣе отвернуть кранъ b; во всякомъ-же случаѣ, такъ какъ глицеринъ вытекаетъ очень медленно и повѣрка напора производится часто, то можно удержать равномѣрность теченія въ весьма близкихъ предѣлахъ.



Товариществомъ принятъ газометръ объемомъ въ 1 литръ и при наблюденіяхъ продолжительностью отъ 3 до 4 часовъ, устанавливаются сосуды такъ, чтобы, каждые пять минутъ, натекало до 20 кубическихъ сантим.

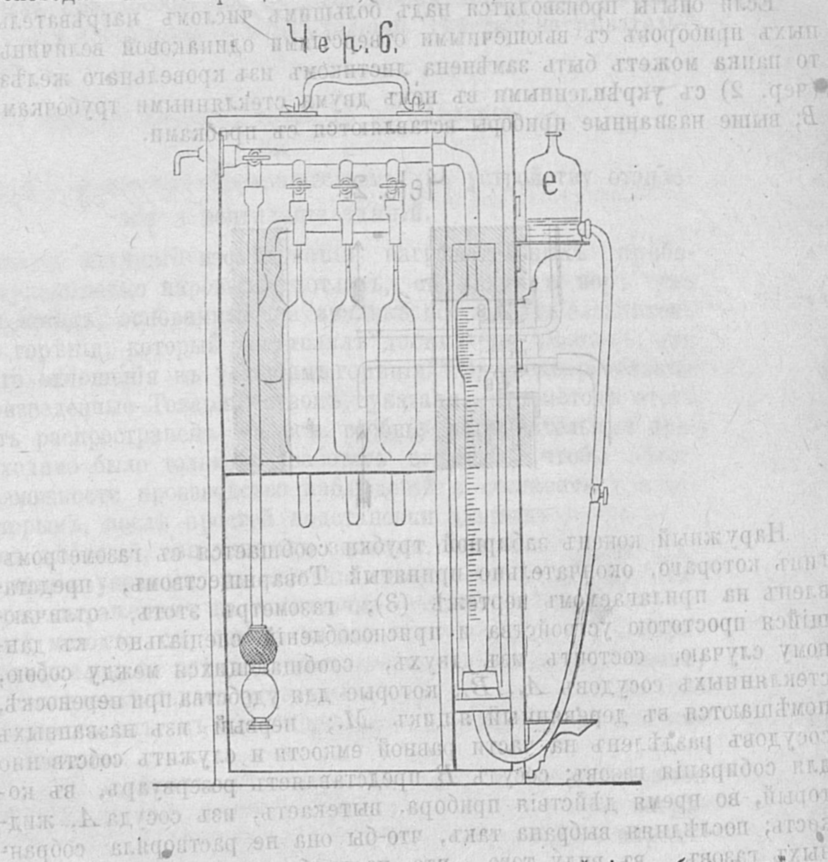
Прежде товарищество примѣняло приборъ состоящій изъ трехъ послѣдовательно соединенныхъ сосудовъ A, B, C (чер. 5); третій сосудъ (C) предназначался для того, чтобы въ него стекалъ избытокъ жидкости изъ B причемъ дѣйствуя краномъ d, можно было весьма точно поддерживать, почти постоянно одинаковую разность горизонтовъ въ A и B; но произведенные опыты указали, что можно довольствоваться выше приведеннымъ, болѣе простымъ приборомъ.

Если, для полноты анализа, необходимо знать количество сажи, заключающейся въ продуктахъ горѣнія, то, между забирною трубкою и газометромъ, помѣщаютъ U дуго-образную трубку со стеклянною, смоченною масломъ ватою; трубка эта должна быть взвѣшена до — и послѣ наблюденія.

Для техническаго анализа продуктовъ горѣнія, въ настоящее время, существуетъ довольно много приборовъ; товариществомъ были испытаны приборы: Орза, Швангофера, Винклера и Бунте, но наиболѣе практическимъ найдетъ приборъ Орза, который былъ еще снабженъ нѣсколькими приспособленіями.

Устройство прибора Орза общеизвѣстно; поэтому не останавливаясь на немъ, замѣтимъ, что во время поглощенія газовъ, приходится (чер. 6) банку C перемѣщать постоянно вверхъ и въ низъ; операція эта сама по себѣ простая, но требуетъ нѣкотораго вниманія и часто случалось, что вода переливалась изъ бюретки въ одинъ изъ поглотительныхъ сосудовъ и наоборотъ; для избѣжанія этого, сбоку ящика была устроена передвижная полка, которая, при анализѣ соотвѣтствующими жидкостями, устанавливалась въ такое, заранѣе опредѣленное опытомъ положеніе, что-бы жидкость не могла переливаться; при этомъ, слѣдовательно лице, дѣлающее анализъ, во время поглощенія газовъ, можетъ машинально производить перемѣщеніе банки e и, въ то же время, заниматься какою-либо другою работою; или-же одно и тоже лице можетъ одновременно производить анализъ въ двухъ или даже трехъ приборахъ.

Здѣсь-же замѣтимъ, что въ виду большаго числа наблюденій производимыхъ товариществомъ, анализъ дѣлается обыкновенно въ



Правленіи онаго, куда привозятся продукты горѣнія, собранные въ выше описанные газометры.

(Окончаніе слѣдуетъ).

Типографія А. Таговъ, Мѣщанская, д. № 20. Редакторъ-Издатель Э. П. ДЕКЛЕРОНЪ.

Печ. разр. 10 Ноября 1888 г. Спб. Градон. Ген. Лейт. Грессеръ. Типографія А. Тагова, Мѣщанская, д. № 20.

1888 годъ (XVII).

ЗОДЧІЙ,

ЖУРНАЛЪ АРХИТЕКТУРНЫЙ и ХУДОЖЕСТВ.-ТЕХНИЧЕСКІЙ,

ОРГАНЪ
С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО ОБЩЕСТВА АРХИТЕКТОРОВЪ.

№№ 9 и 10. Сентябрь и Октябрь 1888 г.

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:
Въ С.-Петербургѣ, безъ доставки . . 12 р.
„ „ съ доставкою и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи. 14 „
Заграницу, въ государства международнаго почтоваго союза. . . . 17 „
Для студентовъ, при подпискѣ чрезъ казнач. учеб. завед., безъ дост. 9 „
съ доставкою . . . . . . 10 „
Для гг. служащихъ и студентовъ допускается разсрочка по третямъ года, чрезъ казначеевъ.

КОНТОРА РЕДАКЦІИ
ОТКРЫТА
ежедневно, кромѣ воскресныхъ и табельныхъ дней, отъ 10 ч. утра до 4 пополудни.

Редакція отвѣтствуетъ за исправную доставку журнала только лицамъ, подписавшимся непосредственно въ конторѣ ея — С.-Петербургъ, 5 рота Измайловскаго полка, д. № 12, кв. № 4.

ОБЪЯВЛЕНІЯ
принимаются для печатанія только въ конторѣ редакціи. Иногороднымъ, по требованію, высылается указатель платы за объявленія, по которому они могутъ заказывать печатаніе непосредственно въ конторѣ редакціи.

СОДЕРЖАНІЕ:

ГЕНРИХЪ ФЕННЕБЕРГЪ

Екатерининскій каналъ, у Кокушкина м., № 68.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

ГАЗО-ВОДОПРОВОДНЫЯ МАСТЕРСКІЯ

и СКЛАДЪ

ГАЗО-ВОДОПРОВОДНЫХЪ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

УСТРОЙСТВО

ПАРОВЫХЪ и ВОДЯНЫХЪ ОТОПЛЕНІЙ

ПРАЧЕШЕНЬ и КУХОНЬ



Съ 1-го Января 1889 года будетъ издаваться

ЖУРНАЛЪ **СЧЕТОВОДЪ** Ѳ. В. ЕЗЕРСКАГО.

ПРОГРАММА ЖУРНАЛА.

Отдѣлъ I. Научный. Счетоводство. Финансы. Контроль. Коммерческія науки.

Отдѣлъ II. Обзоръ смѣтъ, отчетовъ земскихъ и городскихъ учрежденій, товариществъ, компаній и обществъ на паяхъ, акціяхъ, взаимнаго кредита и т. п.

Отдѣлъ III. Судебный,(безъ обсужденія судебныхъ рѣшеній). Судебно-счетоводная экспертиза.

Отдѣлъ IV. Библіографія. Новыя книги и рецензіи на изданія, соотвѣтствующія программѣ журнала.

Отдѣлъ V. Счетоводная жизнь. Сцены и разсказы изъ нея.

Отдѣлъ IV. Справочный. Рекламы. Объявленія.

Срокъ выхода въ свѣтъ по три книги въ мѣсяцъ, а въ Маѣ, Іюнѣ и Іюлѣ по двѣ, всего 33 книги въ годъ.

Подписная цѣна съ доставкою и пересылкою: на годъ **6** р., полгода **3** руб.

Книгопродавцамъ уступки 10%

Адресоваться въ редакцію журнала СЧЕТОВОДЪ Ѳ. В. Езерскаго С.-Петербургъ, Невскій пр. № 66.

Редакторъ-издатель Ѳ. В. Езерскій.

1839 г. L. 1889 г.

50-ЫЙ ЮБИЛЕЙНЫЙ ГОДЪ

МУЗЫКАЛЬНАГО ЖУРНАЛА

„НУВЕЛЛИСТЪ".

Въ наступающемъ 1889 году „НУВЕЛЛИСТЪ" кончаетъ первое, полувѣковое свое существованіе. Пользуемся этимъ случаемъ, чтобы выразить нашу глубокую благодарность: *музыкальнымъ дѣятелямъ*, какъ отечественнымъ, такъ и иностраннымъ, помогавшимъ намъ вести наше изданіе, и публикѣ, сочувствіе и поддержка которой давала намъ возможность служить высокой задачѣ, полвѣка назадъ ставшей девизомъ «НУВЕЛЛИСТА».

Оглядываясь на тяжелое прошлое, пережитое нашимъ журналомъ, мы не безъ гордости высказать можемъ, что силы и энергія, потраченныя редакціею на неустанное, полувѣковое веденіе своей нелегкой работы, нашли себѣ достойную оцѣнку въ средѣ русскаго общества и въ средѣ русской семьи по преимуществу. Предоставленные самимъ себѣ и никогда не пользуясь, ни прямо, ни косвенно, посторонними субсидіями, мы черпали — и духовныя и матеріальныя средства для веденія журнала только въ общественномъ сочувствіи нашему дѣлу. Это дорогое намъ сочувствіе нынѣ и возлагаетъ на насъ обязательство, продолжать наше изданіе и, по мѣрѣ возможности, его совершенствовать.

Желая достойнымъ образомъ ознаменовать окончаніе перваго полувѣка существованія „НУВЕЛЛИСТА", редакція рѣшила дать въ этомъ юбилейномъ году цѣлый рядъ пьесъ выдающихся композиторовъ, какъ русскихъ, такъ и иностранныхъ, **написанныхъ исключительно для юбилейнаго года „Нувеллиста".**

Въ юбилейномъ году будутъ помѣщены сочиненія, между прочимъ, слѣдующихъ музыкальныхъ авторовъ: Рубинштейна, Чайковскаго, А. Н. Сѣрова („Ноктюрнъ" принесенный въ даръ редакціи „Нувеллиста" для юбилейнаго года, сестрою композитора), Направника, Иванова, Соловьева, Дюбюка, Главача, Бориса Шель, Зике, Макарова, Капри, Тивольскаго, Малашкина, Лишина (посмертное сочиненіе), Гуно, Сенъ-Санса, Массенэ, Годара, Рейнеке, Шарвенка, Мошковскаго, Штрауса и мн. друг.

„МУЗЫКАЛЬНО-ТЕАТРАЛЬНАЯ ГАЗЕТА"

будетъ выходить въ продолженіи музыкальнаго сезона—въ Январѣ, Февралѣ, Мартѣ, Апрѣлѣ, Сентябрѣ, Октябрѣ, Ноябрѣ и Декабрѣ.

ПРЕМІЯ

Юбилейнаго года

Эта премія будетъ состоять **изъ большого художественнаго альбома, въ которомъ будутъ помѣщены автографы знаменитыхъ музыкантовъ, наброски извѣстныхъ художниковъ и портреты выдающихся музыкальныхъ дѣятелей.**

Въ портфелѣ редакціи находятся между прочими письма, манускрипты, записки и пр. нижеслѣдующихъ музыкальныхъ дѣятелей: **Русскихъ:** Алябьева, Балакирева, Бахметева, Булахова, Варламова, Глинки, Гурилева, Гензельта, Даргомыжскаго, Дюбюка, Давыдова, Дрейшока, Монюшко, Мусоргскаго, Контскаго, Направника, Рубинштейна, Сѣрова, Чайковскаго, Улыбышева и друг. **Иностранныхъ:** Беріо, Блументаля, Ш. Велле, Вьетана, Горіа, Гуммеля, Делера, Гордиджіани, С. Геллера, К. Мейера, Мендельсона-Бартольди, Куллака, Листа, Кл. Шуманъ, Роберта Шумана, Серве, Пансерона, Фетиса, Фильда, Эрнста и друг.

Несмотря на большія затраты на изданіе альбома, въ Юбилейный годъ **редакція не увеличиваетъ цѣну.**

Подписная цѣна **5** руб., съ доставкою и пересылкою **6** руб.

Подписка принимается: Въ С.-Петербургѣ, въ главной конторѣ **„Нувеллиста"** при музык. торговлѣ **М. БЕРНАРДА**, Невскій пр. № 64, уголъ Караванной ул., противъ Аничкина дворца. Въ Москвѣ, въ муз. магазинѣ П. И. ЮРГЕНСОНА.

ГОДЪ ОБЪ ИЗДАНІИ ВЪ 1889-мъ ГОДУ XXVI.

ИЛЛЮСТРИРОВАННАГО ЖУРНАЛА

„СЕМЕЙНЫЕ ВЕЧЕРА".

Журналъ этотъ состоитъ подъ Высочайшимъ покровительствомъ ГОСУДАРЫНИ ИМПЕРАТРИЦЫ МАРІИ ѲЕОДОРОВНЫ. Рекомендованъ Ученымъ Комитетомъ Министерства Народнаго Просвѣщенія — для гимназій, уѣздныхъ училищъ городскихъ и народныхъ школъ. Состоящимъ при IV отд. Собств. ЕГО ВЕЛИЧЕСТВА Канцеляріи Учебнымъ Комитетомъ — для чтенія воспитанницамъ женск. учебн. заведеній **Императрицы Маріи.** Духовно-Учебнымъ Управленіемъ рекомендованъ начальствамъ духовныхъ семинарій и училищъ и Главнымъ Управленіемъ военно-учебныхъ заведеній рекомендованъ для библіотекъ, военныхъ гимназій и прогимназій, какъ изданіе, представляющее обильный матеріалъ для выбора статей, пригодныхъ для чтенія воспитанниковъ.

Годовое изданіе **„Семейныхъ Вечеровъ"** состоитъ изъ 24-хъ книгъ, составленныхъ по слѣдующей програмѣ: 1) Стихотворенія, повѣсти и разсказы, какъ русскихъ, такъ и иностранныхъ писателей. 2) Біографіи замѣчательныхъ людей. 3) Очерки народныхъ обычаевъ, преданія разныхъ странъ. Картины частной жизни въ разныя эпохи. 4) Путешествія. 5) Статьи по части исторіи, отечественной и всеобщей. 6) Статьи по естественнымъ наукамъ. 7) Разборы замѣчательныхъ сочиненій. 8) Извѣстія о замѣчательныхъ открытіяхъ изобрѣтеніяхъ и наблюденіяхъ.

Статьи будутъ тщательно распредѣляться такимъ образомъ, чтобы первый отдѣлъ изданія, состоящій изъ 12 книгъ, украшенныхъ картинами, распадался на двѣ половины, изъ которыхъ первая составила бы вполнѣ пригодное чтеніе для дѣтей отъ 8-ми до 14-ти лѣтъ, а вторая — для дѣтей отъ 5-ти до 8-ми лѣтъ. Другой-же отдѣлъ заключалъ-бы въ себѣ по преимуществу статьи, приспособленныя для семейнаго чтенія, такъ чтобы всѣ члены семьи нашли въ этомъ отдѣлѣ вещи, которыя прочлись бы съ одинаковымъ интересомъ и пользою.

Къ отдѣлу для **Семейнаго чтенія** будутъ разсылаться приложенія рисунковъ новѣйшихъ рукодѣлій, а къ отдѣлу для **дѣтей** — рисунки техническихъ искусствъ и различныя игры и занятія, а также награды подписчикамъ, приславшимъ опредѣленное редакціей количество задачъ и рѣшеній.

Кромѣ того, всѣмъ подписчикамъ на оба отдѣла **„Семейныхъ Вечеровъ"** будетъ разослана премія.

ПОДПИСНАЯ ЦѢНА:

	безъ доставки:	съ доставкой:
полный журналъ (24 книжки)	10 р.	11 р. — »
отдѣлъ для дѣтей (12 книжекъ).	5 »	5 » 50 »
„ „ семейнаго чтенія и юношества (12 книгъ).	5 »	5 » 50 »

Для всѣхъ Учебныхъ заведеній, подписавшихся на полный журналъ и обращающихся прямо въ редакцію, уступается 1 руб.

Для земскихъ школъ, подписавшихся не менѣе, какъ на 25 полныхъ экземпляровъ уступается 2 руб.

Разсрочка допускается: для лицъ, служащихъ въ казен. учрежденіяхъ — за ручательствомъ гг. казначеевъ; для воспитательныхъ и учебныхъ заведеній — за ручательствомъ ихъ начальствъ. А для прочихъ подписчиковъ — по соглашенію съ редакціей.

Разсрочка допускается по третямъ не иначе, какъ по соглашенію съ редакціей.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ:

Въ редакціи журнала „Семейные Вечера" — **С.-Петербургъ, Невскій пр., домъ № 75—2, кварт. № 25, и въ конторѣ редакціи:** типо-литографія **Э. Е. Арнгольда, Литейная 59.**

Редакторъ-Издательница **С. С. КАШПИРЕВА.**

ОТЪ РЕДАКЦІИ.

Въ статьѣ «**Теорія и проектированіе стропилъ**», помѣщенной въ №№ 9 и 10 журнала «Зодчій» за 1888 годъ, вкралась ошибка — $\frac{Pl^2}{64}$, между тѣмъ какъ слѣдовало написать — $\frac{Pl^2}{32}$, такъ какъ *P* принято за нагрузку на погонную единицу длины стропильной ноги.

Авторъ.

ГОДЪ XVII.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ
въ конторѣ редакціи:
С.-Петербургъ, Измайловскій полкъ,
5-я рота, д. № 12, кв. 4.

ЗОДЧІЙ

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:
въ С.-Петербургѣ, безъ дост. 12 р.
съ доставкою въ Спб. и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи 14 „
съ пересылкой за границу . . 17 „

№№ 9 и 10. СЕНТЯБРЬ и ОКТЯБРЬ. 1888 г.

Опредѣленіе коэффиціента полезнаго дѣйствія количества доставляемой теплоты и изслѣдованіе образа дѣйствія нагрѣвательныхъ приборовъ. (См. Зодчій №№ 7 и 8).

(Окончаніе).

Резюмируя все, сказанное относительно производства наблюденій, мы видимъ, что, послѣ предварительной, указанной выше подготовки нагрѣвательнаго прибора, слѣдуетъ: открыть вьюшечную дверцу; заложить отверстіе картономъ съ термометромъ и забирною трубкою, соединить послѣднюю съ газометромъ и начать опытъ, причемъ, черезъ каждыя 5 до 10 мин., записывается температура и, для повѣрки, положеніе горизонта жидкости въ газометрѣ; въ моментъ окончанія опыта, зажимъ C завинчиваютъ, закрываютъ кранъ δ, газометръ помѣщаютъ въ футляръ и перевозятъ его въ то мѣсто, гдѣ будетъ произведенъ анализъ; послѣ окончанія послѣдняго, переходятъ къ вычисленіямъ, для которыхъ имѣются слѣдующія данныя:

1) Средняя комнатная температура (t) и—во вьюшкѣ (T).

2) Средній составъ продуктовъ горѣнія; положимъ, что, послѣ производства надлежащихъ поправокъ, получимъ:

n % — углекислоты.
n^{I} % — кислорода.
n^{II} % — окиси углерода.
n^{III} % — азота.
n^{IV} % — водорода.
n^{V} % — болотнаго газа
n^{VI} % — маслороднаго газа.

3) Содержаніе сажи въ продуктахъ горѣнія; если всего было собрано сажи m фунтовъ, продуктовъ горѣнія—m' куб. сантим., анализу-же подвергается одновременно m'' кубич. сантим., то послѣднему будетъ соотвѣтствовать:

$$C'' = \frac{m}{m_1} \cdot m'' \text{ фунт. сажи.}$$

4) Количество сгорѣвшаго топлива; обозначимъ его черезъ P.

5) Составъ и теплопроизводительная способность топлива, что опредѣляется или непосредственнымъ опытомъ или-же принимается на основаніи общихъ данныхъ; обозначимъ содержаніе въ топливѣ: углерода—черезъ C; водорода—H, воды—p.; теплопроизводительная способность пусть будетъ F.

6) При болѣе точныхъ опытахъ опредѣляется еще количество топлива, проваливающагося черезъ рѣшетку и абсолютная влажность, притекавшаго въ топку воздуха; назовемъ остатокъ топлива отнесенный къ 1 ф. послѣдняго, черезъ C', влажность же-черезъ Q,

Поименованныя данныя подставляютъ въ нижеуказанныя уравненія, *) причемъ находятъ:

Полную потерю тепла $(n^{I} + n^{II})$, на 1 ф., сгорѣвшаго топлива:

$$(1) \ldots n_0 = \frac{c\,(1 - c^{I})}{n + n^{II} + n^{V} + 2\,n^{VI} + 27{,}03\,c''} \left[\left(\begin{array}{l} 0{,}808\,n + 0{,}583\,n^{I} + 0{,}576\,n^{II} + 0{,}574\,n^{III} + 0{,}553\,n^{IV} \\ + 0{,}800\,n^{V} + 0{,}881\,n^{VI} + 60Q\left(n + n^{I} + \frac{n^{II}}{2}\right) + \\ + \left[(n + n^{II} + n^{V} + 2\,n^{VI})\,\frac{H}{C} - (n^{IV} + 2\,[n^{V} + n^{VI}])\,0162 \right] \\ \qquad (186\,Q + 4{,}275) + \end{array} \right)(T - t) \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ + 5320{,}38\,n^{II} + 5774{,}70\,n^{IV} + 17652{,}70\,n^{V} + 26490{,}00\,n^{VI} \\ \qquad + 218380\,c'' \end{array} \right]^{1}$$

$$+ Fc' + (606{,}5 + 0{,}305\,(T - t))\,p$$

Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія нагрѣвательнаго прибора.

$$\mu = \frac{F - n_0}{F} \ldots\ldots\ldots (2)$$

Дѣйствительно притекавшій объемъ воздуха:

$$(3) \ldots V = 4{,}76\,(n + n^{I} +)\,\frac{n}{2} + 13{,}01\left((n + n^{II} + n^{V} + 2\,n^{VI})\,\frac{n}{c} - [n^{IV} + 2\,(n^{V} + n^{VI})]\,0{,}162\right)$$

Необходимый, теоретически, для полнаго горѣнія (окисленія) объемъ воздуха:

$$V^{1} = 4{,}76\left[(n + n^{II} + n^{V} + 2\,n^{VI})\left(1 + 3{,}08\,\frac{H}{C}\right) + 27{,}03\,c^{II}\right] \ldots\ldots (4)$$

Отношеніе между количествомъ дѣйствительно притекавшаго — и необходимымъ объемомъ воздуха:

$$(5) \ldots \frac{V}{V^{I}} = \frac{n + n^{I} + \frac{n^{II}}{2} + 2{,}73\left((n + n^{II} + n^{V} + 2\,n^{VI})\,\frac{H}{C} - [n^{IV} + 2\,(n^{V} + n^{VI})]\,0{,}162\right)}{(n + n^{II} + n^{V} + 2\,n^{VI})\left(1 + 3{,}08\,\frac{H}{C}\right) + 27{,}03\,c^{II}}$$

Объемъ воздуха, притекавшій во время опыта, на 1 ф. топлива:

$$(6) \ldots V_0 = \frac{c\,(1 - c^{I})\left[\left(n + n^{I} + \frac{n^{II}}{2}\right) 4{,}76 + \right.}{0{,}037\,(n + n^{II} + n^{V} +}$$

*) Краткое объясненіе уравненій помѣщено въ концѣ настоящей статьи.

$$+ 13{,}01 \left([n + n^{II} + n^{V} + 2\, n^{VI}] \frac{H}{C} - [n^{IV} + 2\,(n^{V} + 2\,n^{VI}) + c^{II} + n^{VI})]\; 0{,}162 \right)$$

Весь объемъ притекавшаго воздуха:

(7) . . . . $V_0^{I} = PV_0$

Все количество доставляемой теплоты:

(8) . . . . $N = PF\mu$

Далѣе, при достаточной полнотѣ горѣнія, количествомъ оставшагося не сгорѣвшимъ водорода и его соединеній, можно пренебречь или, какъ это часто встрѣчается при комнатныхъ печахъ, оно дѣйствительно равно нулю; если при этомъ пренебречь вліяніемъ влажности воздуха и свободнаго водорода, которое обыкновенно бываетъ менѣе 1%, если также не принять во вниманіе вліяніе сажи и остатковъ топлива, то уравненія замѣтно упрощаются и принимаютъ слѣдующій видъ:

$$(1') \cdot \cdot \cdot \cdot\; n_0 = \frac{c}{n + n''} \Big[(0{,}808\, n + 0{,}583\, n' + 0{,}574\, (n'' + n''')\;{}^{*)}) (T - t) + 5320{,}38\, n'' \Big] + \Big(606{,}5 + 0{,}305\, (T - t)\Big)\, p$$

$$(2') \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot\; \mu = \frac{F - n_0}{F}$$

$$V = 4{,}76 \left(n + n' + \frac{n''}{2} \right) \cdot \cdot \cdot \cdot (3')$$

$$V' = 4{,}76\, (n + n'') \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

$$\frac{V}{V'} = \frac{n + n' + \frac{n''}{2}}{n + n''} \cdot \cdot \cdot \cdot (5')$$

$$V_0 = \frac{4{,}76\, c \left(n + n' + \frac{n''}{2} \right)}{0{,}037\, (n + n'')} \cdot \cdot \cdot \cdot (6')$$

$$V'_0 = P\, V_0 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (7')$$

$$N_0 = \mu\, P\, F \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (8')$$

Для примѣра, ниже приведены данныя наблюденій, произведенныхъ съ цѣлью усовершенствованія топливника для дровъ. Испытуемая печь, такъ называемая утермаркская, была снабжена сначала топливникомъ съ горизонтальнымъ, глухимъ подомъ, площадью 6 × 9 кв. верш.; топка производилась по общепринятому способу съ открытою топочною дверцею: среднія данныя опыта состояли въ слѣдующемъ:

$T - t = 205^0$ ц.; $n = 2{,}80$, $n^{I} = 18{,}05$, $n^{II} = 0$, $n^{III} = 79{,}15$ $n^{IV} = n^{V} = n^{VI} = 0$, $c'' = 0$, $P = 45$ ф., $p = 0{,}24$ $F = 2660$ *ed.*, $c = 0{,}34$, $\frac{H}{C} = 0{,}02$ $Q = 0{,}0005$, $C' = O$.

Послѣ подстановки въ ур. (1—8), получено:

$$n_0 = \frac{0{,}34}{2{,}8} \big((12113{,}45) \big) + 160 = 1631 \text{ ед.} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$\mu = \left(\frac{2660 - 1631}{2660} \right) 100 = 39\% \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

$$V = 100 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

$$V' = 14 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

$$\frac{V}{V'} = 7{,}1 \text{ разъ} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

$$V_0 = 328 \text{ куб. ф.} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (6)$$

$$V_0' = 14760 \text{ куб. ф.} = 43 \text{ куб. саж.} \cdot (7)$$

$$N_0 = 46683 \text{ ед.} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (8)$$

Продолжительность топки 2 ч. 30 м., причемъ потребовалось перемѣшать 3 раза.

Слѣдующія затѣмъ данныя относятся къ той-же печи, но, при иномъ способѣ топки, который состоялъ въ томъ, что послѣдняя производилась, все время, съ закрытою дверцею; воздухъ притекалъ черезъ отверстія, общею площадью въ 1,5 кв. верш., пробитыя въ дверцѣ; при опытѣ получено:

$T - t = 261$; $n = 7{,}25$, $n^{I} = 13{,}45$, $n^{II} = 0$, $n^{III} = 78{,}1$, $n^{IV} = 0{,}3$, $n^{V} = 0{,}1$, $n^{VI} = 0$, $c'' = 0$, $P = 45$, $p = 0{,}26$, $F = 2590$, $c = 0{,}33$, $\frac{H}{C} = 0{,}02$, $Q = 0{,}0005$, $c' = 0$.

По ур. (1—8), послѣ подстановки численныхъ величинъ и производства дѣйствій, указанныхъ знаками, найдено:

$$n_0 = \frac{0{,}33}{7{,}25 + 0{,}1} (15008 + 1732{,}41^{*)} + 1765{,}27^{*)}) + (606{,}5 + 0{,}305 \cdot 261)\, 0{,}26 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$n^0 = 994 \text{ ед.}$$

$$\mu = \left(\frac{2590 - 994}{2590} \right) 100 = 60\% \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

$$V = 99 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

$$V' = 37 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

$$\frac{V}{V'} = 2{,}7 \text{ разъ} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

$$V_0 = 120 \text{ куб. ф.} \cdot \cdot \cdot \cdot (6)$$

$$V' = 5400 \text{ куб. ф.} = 16 \text{ куб. саж.} \cdot (7)$$

$$N_0 = 69930 \text{ ед.} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (8)$$

Продолжительность топки: 2 ч. 35 м., причемъ печь перемѣшивалась 2 раза.

При устройствѣ, въ той-же печи, топливника, ограниченнаго съ низу наклонными плоскостями и рѣшеткою небольшихъ размѣровъ, получились слѣдующія данныя опыта.

$T - t = 137^0$, $n = 8{,}28$, $n^{I} = 10{,}37$, $n^{II} = 1{,}45$, $n^{III} = 79{,}90$, $n^{IV} = n^{V} = n^{VI} = 0$, $c'' = 0$, $P = 44{,}75$, $p = 0{,}22$, $F = 2730$, $c = 0{,}35$, $\frac{H}{C} = 0{,}02$, $Q = 0{,}0005$, $c' = 0$.

Послѣ подстановки, въ ур. (1—8), численныхъ величинъ, получено:

$$(1) \ldots\; n_0 = \frac{0{,}35}{8{,}28 + 1{,}45} (8259{,}16 + 7714{,}55) + 142{,}62$$

$$n_0 = 710$$

$$\mu = \left(\frac{2730 - 710}{2730} \right) 100 = 74\% \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

$$\nu = 95{,}73 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

$$\nu' = 49{,}20 \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

$$\frac{\nu}{\nu'} = 1{,}9 \text{ разъ} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

$$\nu_0 = 95 \text{ куб. ф.} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (6)$$

$$\nu'_0 = 4261 \text{ куб. ф.} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (7)$$

$$N_0 = 90404 \text{ ед.} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (8)$$

Продолжительность топки: 3 ч. 15 м., причемъ, въ концѣ ея, потребовалось печь перемѣшать.

Здѣсь-же замѣтимъ, что, хотя произведенное видоизмѣненіе топливника способствовало упрощенію ухода и увеличенію полезнаго дѣйствія, но то и другое было признано еще недостаточнымъ; уравненіе (1) указывало на то, что потеря тепла, вслѣдствіе неполности горѣнія (7714,55), почти равнялась количеству, уносимому въ дымовую трубу, вмѣстѣ съ нагрѣтыми продуктами горѣнія (8259,16); слѣдовательно, здѣсь очевидно, конструкція топливника была не вполнѣ удовлетворительна; кромѣ того, необходимо было, по крайней мѣрѣ одинъ разъ, перемѣшать уголья—иначе они сгорали весьма медленно.

Послѣ нѣсколькихъ промежуточныхъ типовъ, былъ устроенъ топливникъ того типа, который былъ окончательно выработанъ для дровъ и описанъ въ одномъ изъ предъидущихъ номеровъ журнала «Зодчій»; тогда, получено, при опытѣ:

$T - t = 160$, $n = 7{,}97$, $n^{I} = 11{,}35$, $n^{II} = 0$, $n^{III} = 80{,}68$, $n^{IV} = n^{V} = n^{VI} = 0$, $c'' = 0$, $P = 45$ ф., $p = 0{,}22$, $F = 2730$, $c = 0{,}350$, $\frac{H}{C} = 0{,}02$, $Q = 0{,}0005$, $c' = 0$.

---

*) Численные коэффиціенты, при n'' и n''', вслѣдствіе незначительной разности между ними, могутъ быть приняты равными между собою.

*) Оба эти члена происходятъ отъ неполноты горѣнія.

По ур. (1—8)—подобно предъидущему:

$$n_0 = 590 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (1)$$
$$\mu = 78\% \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (2)$$
$$\nu = 94 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (3)$$
$$\nu' = 40 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (4)$$
$$\frac{\nu}{\nu'} = 2{,}3 \text{ разъ} \;.\;.\;.\;.\; (5)$$
$$\nu_0 = 115 \text{ куб. ф.} \;.\;.\;.\;.\;.\; (6)$$
$$\nu'_0 = 5175 \text{ куб. ф.} \;.\;.\;.\;.\; (7)$$
$$N_0 = 95823 \text{ ед. тепла.} \;.\;.\;. (8)$$

Продолжительность топки 2 ч. 40 м., причемъ совсѣмъ не требовалось перемѣшиваніе, уходъ же ограничивался подкладкою дровъ и закрытіемъ вьюшки.

Наконецъ, при слѣдующихъ топкахъ, когда притокъ воздуха въ поддувало былъ ограниченъ практически настолько, на сколько это было необходимо еще, для достаточно быстраго сгоранія угольевъ; получено:

$T - t = 152$, $n = 10{,}14$, $n^{I} = 9{,}71$, $n^{II} = 0$, $n^{III} = 80{,}15$, $n^{IV} = n^{V} = n^{VI} = 0$, $c'' = 0$, $P = 45$ ф., $p = 0{,}19$, $F = 2835$ ед. $c = 0{,}36$, $Q = 0{,}0006$, $c' = 0$.

По ур. (1—8):

$$n_0 = 451. \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (1)$$
$$\mu = \left(\frac{2835 - 451}{2835}\right) 100 = 84\% \;.\;.\;. (2)$$
$$\nu = 97 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (3)$$
$$\nu' = 52 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (4)$$
$$\frac{\nu}{\nu'} = 1{,}9 \text{ разъ.} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (5)$$
$$\nu_0 = 92 \text{ куб. ф.} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (6)$$
$$\nu'_0 = 4140 \text{ куб. ф.} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (7)$$
$$N_0 = 107163 \text{ ед. тепла} \;.\;.\;.\;.\; (8)$$

Продолжительность топки: 3 ч. 5 м.; печь топилась по предъидущему безъ всякаго перемѣшиванія и безъ регулированія притокомъ воздуха; для послѣдняго, въ поддувальной дверцѣ, были, разъ на всегда, оставлены отверстія надлежащей величины, которая опредѣлена, практически, по выше-указанному.

По поводу приведенныхъ численныхъ примѣровъ необходимо замѣтить, что сравненіе данныхъ послѣдовательныхъ опытовъ наглядно указываетъ намъ, насколько примѣненіе настоящаго метода облегчило разработку предложеннаго вопроса; только сопоставляя всѣ условія, оказывающія извѣстное вліяніе на полезное дѣйствіе, можно было достаточно сознательно видоизмѣнять конструкцію частей топливника, до тѣхъ поръ, пока не былъ полученъ типъ, удовлетворительный, какъ по простотѣ ухода, такъ и по высокому полезному дѣйствію.

Резюмируя все сказанное, относительно даннаго метода, мы видимъ, что къ достоинствамъ его можно отнести:

1) Сравнительно простыя приспособленія, необходимыя для опыта; здѣсь нагрѣвательный приборъ не снабжается, какими-бы то ни было добавочными частями; только полотенце вьюшечной дверцы замѣняется, пластинкою картона или желѣза; въ этомъ отношеніи данный методъ совершеннѣе, какъ перваго, такъ и втораго.

2) Полнота получаемыхъ результатовъ; и дѣйствительно: ур. (1) даетъ возможность судить о томъ, что именно и какое вліяніе производитъ на полезное дѣйствіе прибора *); дальнѣйшія-же ур. выясняютъ степень совершенства и образъ дѣйствія нагрѣвательнаго прибора; наконецъ, собирая газы въ разные періоды топки въ отдѣльные газометры и анализируя ихъ особо мы можемъ получить тѣже данныя для различныхъ періодовъ. Въ этомъ отношеніи замѣчается также преимущество передъ первымъ и вторымъ методомъ.

3) Точность получаемыхъ данныхъ, чѣмъ устраняются недостатки, присущіе второму методу,

4) Методъ этотъ можетъ быть примѣняемъ, не только къ комнатнымъ печамъ, но также къ калориферамъ, водогрѣйнымъ, паровымъ котламъ и т. п. нагрѣвательнымъ приборамъ.

Что-же касается недостатковъ, то сравнительно со вторымъ методомъ едва-ли онѣ существуютъ; но первому методу — данный нѣсколько уступаетъ въ точности.

Разсматривая-же перечисленныя достоинства и недостатки, мы видимъ, что второй методъ едва-ли даже заслуживаетъ сравненія; что-же касается до перваго, то и онъ, при большой тщательности, представляетъ только одно преимущество; въ обыкновенныхъ-же случаяхъ—третій методъ является самымъ удобнымъ и практичнымъ *); поэтому можно надѣяться, что, съ распространеніемъ его, вполнѣ выяснятся условія, которымъ должны удовлетворять нагрѣвательные приборы; распространеніе-же возможно, такъ какъ въ томъ видѣ, въ какомъ методъ этотъ примѣняется Товариществомъ, онъ весьма доступенъ и не требуетъ даже особыхъ, спеціальныхъ познаній при вычисленіяхъ; послѣднія ограничиваются простою подстановкою данныхъ опыта и производствомъ арифметическихъ дѣйствій.

ПРИЛОЖЕНІЕ.

Общія данныя для вывода уравненій.

Товарищество считаетъ излишнимъ останавливаться на подробномъ разъясненіи способа вывода выше-приведенныхъ уравненій (1—8, 1′—8′), выводъ этотъ весьма простъ и лица, интересующіяся имъ, могутъ найти основныя данныя въ сочиненіяхъ по технической физикѣ **); но данныя эти не сгруппированы, въ отдѣльныя, законченныя уравненія; поэтому здѣсь необходимо нѣсколько разъяснить тотъ пріемъ, которымъ руководствовалось Товарищество при окончательной разработкѣ; въ виду упрощенія поясненій — ниже указанъ выводъ менѣе сложныхъ уравненій (1′—8′).

Если обозначить черезъ: $Л, Л'$ . . . . . удѣльную объемную теплоту газовъ и черезъ f потерю тепла, при образованіи 1 куб. ед. объема окиси углерода; то потеря тепла, соотвѣтствующая анализируемому объему газа т. е. 100 объемныхъ ед. его будетъ:

$$(Л\, n + Л'\, n' + Л''\, n'' + Л'''\, n''')\,(T - t) + f.\, n''$$

Для того, что-бы потерю эту отнести къ 1 вѣсовой единицѣ сгорающаго углерода, замѣтимъ, что послѣдняя, сообразно съ пайнымъ отношеніемъ ***), можетъ образовать $\frac{1}{0{,}037}$ куб. ф. углекислоты или окиси углерода; въ данномъ-же случаѣ образовалось: $n + n''$ того и другаго, для чего должно было сгорѣть:

$$\frac{(n + n'')\, 0{,}37}{1} \text{ фунт. углерода.}$$

Поэтому потеря тепла, при сгораніи одного фунта углерода будетъ:

$$\frac{1}{(n + n'')\, 0{,}037}\Big((Л\, n + Л'\, n' + Л''\, n'' + Л'''\, n''')\,(T - t) + f\, n''\Big)$$

Если-же, въ 1 фунтѣ топлива, содержится C фунт. углерода, то потеря, отнесенная къ одному фунту, — перваго, будетъ:

$$\frac{C}{(n + n'')\, 0{,}037}\Big((Л\, n + Л'\, n' + Л''\, n'' + Л'''\, n''')\,(T - t) + f.\, n''\Big)$$

Прибавляя сюда еще расходъ тепла на испареніе воды (по Реньо), окончательно получимъ, что полная потеря тепла, на каждый фунтъ топлива, будетъ:

$$n_0 = \frac{C}{(n + n'')\, 0{,}037}\Big((Л n + Л' n' + Л'' n'' + Л''' n''')\,(T - t) + f n''\Big) + \Big(606{,}5 + 0{,}305\,(T - t)\Big)\, p.$$

Для упрощенія вычисленій въ частныхъ случаяхъ, коэффиціенты: $Л, Л'$ . . . f, раздѣлены всѣ на: 0,37, причемъ, послѣ подстановки численныхъ значеній, получается окончательно:

$$(1') \;.\;.\;.\; n_0 = \frac{C}{n + n''}\left(\begin{array}{c}[0{,}808\, n + 0{,}583\, n' + 0{,}574(n'' + n''')] \\ (T - t) + 5320{,}38\, n''\end{array}\right) + \Big(606{,}5 + 0{,}305\,(T - t)\Big)\, p.$$

---

*) Произведеніе изъ первыхъ слагаемыхъ (ур. 1,1′) на: $T - t$ пропорціонально потерѣ тепла, извлекаемаго черезъ дымовую трубу; остальныя слагаемыя указываютъ вліяніе неполноты горѣнія.

*) Способъ этотъ, равно какъ и выработанные Товариществомъ типы топливниковъ, удостоены, на: „Международной Брюссельской выставкѣ наукъ и искуствъ 1888 года", диплома серебрянной медали.

**) Между прочимъ: Heiz und Luftungs-technik. Fridrich Paul.

***) Принимая для вѣсовой единицы 1 фунтъ и — объемной 1 куб. ф.

Далѣе, согласно съ основнымъ уравненіемъ при $P=1$, получимъ:

$$\mu = \frac{F-n_0}{F} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (2')$$

Принимая затѣмъ, что объемъ воздуха въ 4,76 разъ больше объема содержащагося въ немъ кислорода и что, при горѣніи, одинъ объемъ послѣдняго—образуетъ одинъ-же объемъ углекислоты и два объема окиси углерода получимъ:

$$V = 4{,}76\left(n+n'+\frac{n''}{2}\right) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3')$$

Но, при полномъ горѣніи, весь углеродъ долженъ образовать углекислоту; поэтому, необходимый теоретически, объемъ воздуха будетъ:

$$V' = 4{,}76\,(n+n'') \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (4')$$

Сообразно съ этимъ:

$$\frac{V}{V'} = \frac{n+n'+\frac{n''}{2}}{n+n''} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (5')$$

Полученный выше объема V соотвѣтствуетъ n куб. ф. углекислоты и n'' куб. ф. окиси углерода; при этомъ сгоритъ послѣдняго элемента:

$$0{,}037\ (n+n'')\ \text{фунт.}$$

Поэтому объемъ воздуха, притекавшаго на 1 ф. сгорѣвшаго углерода, будетъ:

$$\frac{V}{0{,}037\ (n+n'')}\ \text{куб. ф.}$$

Одному-же фунту сгорѣвшаго топлива будетъ соотвѣтствовать:

$$V_0 = \frac{C\,V}{0{,}037\ (n+n'')} = \frac{476\ C\left(n+n'+\frac{n''}{2}\right)}{0{,}037\ (n+n'')}\ \text{куб. ф.} \quad \ldots \quad (6')$$

Если-же сгорѣло P фунт. топлива, то, всего, было доставлено воздуха:

$$V_0 = P\,V^0 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (7')$$

Наконецъ все количество тепла, оставшееся въ нагрѣвательномъ приборѣ:

$$N_0 = \mu\ P\ F\ ed. \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8')$$

Подобнымъ-же образомъ составляются и болѣе сложныя (1—8) уравненія, относя, гдѣ это требуется, полученные результаты сначала къ 1 ф. углерода, а, затѣмъ, къ 1 ф. сгорѣвшаго топлива и, на сколько это возможно, производя потребныя, надъ коэффиціентами, дѣйствія, для того, чтобы, при пользованіи уравненіями, оставалось къ производству меньшее число ариѳметическихъ дѣйствій.

Тов. С. Лукашевичъ и Комп.

Теорія и проектированіе стропилъ.

Вмѣсто предисловія.

Науки вообще суть явленія неодностороннія, т. е. онѣ удовлетворяютъ не однимъ только высшимъ философскимъ стремленіямъ человѣка, а, при извѣстныхъ требованіяхъ его — съ одной стороны — и при извѣстномъ его развитіи и обладаніи ими, — съ другой — онѣ служатъ ему главными и совершенно надежными двигателями — рычагами и въ практической его жизни.

Изучить какую либо отрасль знаній или какой либо предметъ вообще съ научной точки зрѣнія — значитъ совершенно овладѣть имъ.

Теорія есть результатъ наблюденій и опытныхъ данныхъ наукъ. Хотя нѣкоторыя положенія и ставятся иногда a priori, но это только чисто внѣшняя — казовая сторона дѣла; въ сущности же всѣ апріорныя положенія въ головѣ того или другаго мыслителя сложились уже на основаніи цѣлаго ряда систематизированныхъ фактовъ изъ наблюденій и провѣренныхъ опытами.

Стало быть — изложить теорію какой либо отрасли знаній человѣка значитъ, на основаніи строгихъ разсужденій надъ цѣлымъ рядомъ фактовъ, къ разсматриваемому предмету знаній относящихся, вывести тѣ положенія, которыя должны служить человѣку и въ практическихъ примѣненіяхъ этихъ знаній. Если нерѣдко случается, что многіе не могутъ усмотрѣть для себя ясной, вполнѣ опредѣленной связи между практическими указаніями, опытными данными и теоріей разсматриваемаго вопроса, то въ этомъ вина не науки, не теоріи, а вина со стороны того неподготовленнаго лица, которое, ограничившись только нѣкоторыми поверхностными научными свѣдѣніями и общей поверхностной подготовкой, беретъ на себя смѣлость касаться совершенно чуждаго ему вопроса. Всякій разъ, когда въ основаніе рѣшенія какого либо вопроса полагается теорія, послѣдній рѣшается такъ, какъ онъ долженъ быть рѣшенъ практика же безъ теоріи можетъ рѣшать вопросы вообще такъ, какъ рѣшались они раньше, и весьма часто съ массой тѣхъ грубыхъ пробѣловъ, ошибокъ, которые, по требованіямъ настоящаго времени, въ большинствѣ случаевъ, положительно нетерпимы. «Для практика новое поле дѣятельности», говоритъ Иглстонъ, «равняется новому открытію, которое какъ бы никогда для него не существовало, между тѣмъ какъ для человѣка школы, т. е. теоретика, новое поле дѣятельности представляется только другимъ фазисомъ задачи, съ которой онъ болѣе или менѣе знакомъ, а если онъ и вовсе не знакомъ съ нимъ, то умственная подготовка, которую онъ получилъ, даетъ ему полную возможность совладать съ новой задачей».

Отсюда слѣдуетъ, что теорія должна ложиться въ основу всякихъ знаній и примѣненій ихъ въ жизни. На самомъ дѣлѣ — что можетъ сдѣлать человѣкъ, хотя обладающій громаднымъ запасомъ практическихъ свѣдѣній безъ того, что эти свѣдѣнія уложились въ его головѣ въ формѣ теоретическихъ положеній, и безъ теоретической подготовки? ... Онъ является слѣпцомъ, бродящимъ по полю фактовъ и своихъ практическихъ свѣдѣній безъ всякаго освѣщенія! . . .

Практика никогда не можетъ расходиться съ теоріей уже потому, что теорія, какъ мы сказали, есть результатъ или выводъ, полученный строго логическимъ путемъ изъ практическихъ свѣдѣній и опытныхъ данныхъ. Напротивъ того, теорія, хорошо знакомая лицу, такъ сказать, окрыляетъ его, т. е. даетъ ему больше средствъ, больше возможности шире взглянуть на предметъ, на дѣло, и само лицо становится болѣе чувствительнымъ во всѣхъ частяхъ, во всѣхъ, такъ сказать, тонкостяхъ его, и стоитъ ему достаточно оріентироваться въ дѣлѣ, какъ оно становится уже по силамъ ему. Приводить примѣры, факты, въ подтвержденіе только что сказаннаго нами, излишне: всякій развитой человѣкъ самъ въ состояніи насчитать ихъ бездну.

Поэтому свой предметъ мы будетъ изучать сперва съ теоретической точки зрѣнія, и затѣмъ постараемся сообщить и нѣкоторыя практическія указанія.

Ни въ одномъ изъ сочиненій по архитектурѣ, извѣстныхъ въ нашей и иностранной литературѣ, мы не встрѣчаемъ такой формы изложенія теоріи стропилъ и проектированіи ихъ, которая освобождала бы техника отъ необходимости помнить различныя конструкціи стропилъ въ томъ общемъ безпорядкѣ, какъ онѣ встрѣчаются въ печати. Вообще, ради краткости передачи той нашей мысли, которою хотѣлось бы намъ подѣлиться здѣсь съ читателемъ, мы должны сказать, что, при изложеніи теоріи или ученія о стропилахъ, все дѣло сводится къ указанію типовъ стропильныхъ фермъ и къ перечисленію тѣхъ частей, которыя совокупно образуютъ эти фермы; далѣе идетъ разборъ характеровъ тѣхъ усилій, которыя дѣйствуютъ на эти отдѣльныя части, и затѣмъ расчетъ послѣднихъ, и нигдѣ мы не встрѣчаемъ той руководящей мысли, которая полагалась бы въ основу критическихъ сужденій не только существующихъ или предлагаемыхъ стропилъ, но, главное, при проектированіи таковыхъ вновь. Такого рода пробѣлы въ литературѣ по архитектурѣ вообще, и гражданской — въ частности, не могутъ существовать безъ естественныхъ послѣдствій: не только нерѣдко, но положительно, можно сказать, часто встрѣчаются случаи, когда устроенныя на томъ или на другомъ зданіи стропила или заключаютъ въ себѣ излишнія, ничѣмъ необъяснимыя и пассивно, если такъ можно выразиться, относящіяся къ общей конструкціи части, или размѣры этихъ частей не надлежащія и т. д., или и то и другое и проч. вмѣстѣ,—словомъ—весьма часто случается, что устраиваемыя стропила или вообще, или же, что чаще всегда случается, въ частяхъ своихъ являются весьма непроизводительно и безцѣльно дорогими и, конечно, на столько же грузными.

Желательно и, повидимому, умѣстно было бы разобраться здѣсь со всѣми или, по крайней мѣрѣ, съ такъ называемыми классическими сочиненіями по архитектурѣ касательно затронутаго нами вопроса, но 1) тэма нашего сообщенія, по скромности своихъ размѣровъ, 2) мѣсто его, и 3) надежда, что послѣдующее изложеніе этой статейки послужитъ ключемъ для самостоятельной критики каждаго читателя, служатъ достаточными и необходимыми причинами того, что мы должны ограничиться сдѣланными выше напоминаніями.

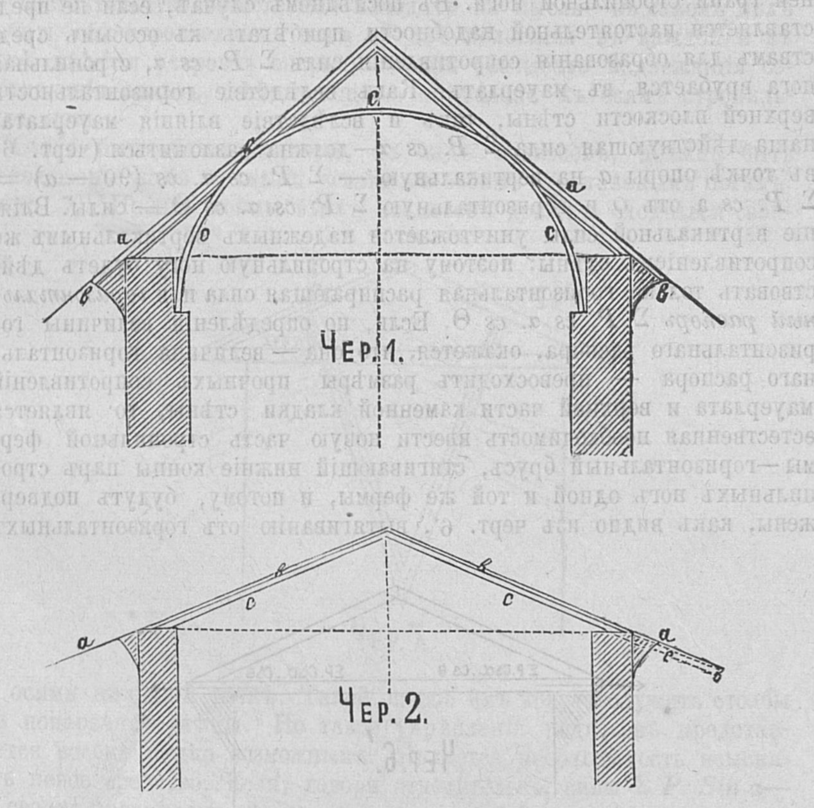
Теорія стропилъ.

Служа защитой зданій отъ вредныхъ и во всякомъ случаѣ нежелательныхъ вліяній атмосферныхъ дѣятелей и проч., кровля, какъ часть сооруженія, не играющая конструктивной роли въ общемъ, и потому являющаяся служебной и подчиненной частью его, должна обладать, и по внѣшнему виду и по изяществу своему, легкостью и извѣстной степени красотой, непремѣнно подчиненной главному — общему виду и характеру сооруженія. Изъ какого бы матерьяла и какой бы формы не устраивалась кровля, во всякомъ случаѣ она — сама по себѣ, въ виду изложенныхъ выше обстоятельствъ, не можетъ быть устраиваема на зданіяхъ. Небольшіе и по объему и по вѣсу размѣры матерьяловъ, идущихъ на устройство кровли, непремѣнно требуютъ поддерживающихъ—конструктивныхъ частей кровли, называемыхъ вообще стропилами или стропильными фермами.

Роль стропилъ не ограничивается только поддерживаніемъ кровли; постановкой ихъ достигается возможно-совершенно раціональная передача нагрузки кровли (вѣсъ кровли, стропилъ и временныя нагрузки въ видѣ давленія вѣтра, снѣга и проч.) на соотвѣтствующія части сооруженія.

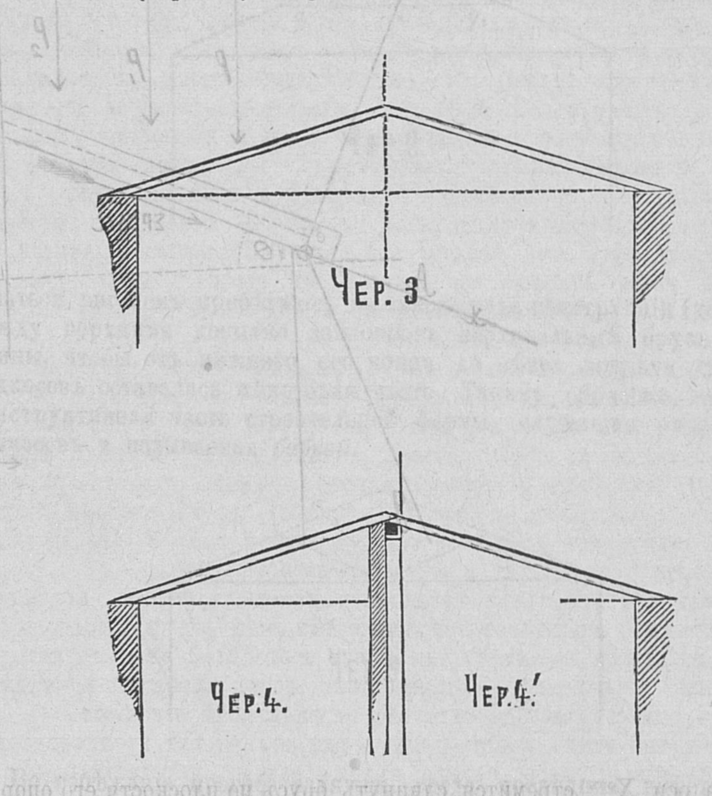
Общій видъ кровли есть сочетаніе поверхностей — преимущественно плоскостей, наклонныхъ къ горизонту Тангенсъ угла наклоненія или, какъ говорятъ, подъемъ—все тоже выносъ—стропилъ зависитъ вообще отъ рода матерьяла кровли, а въ частности и отъ характера сооруженія.

Изъ этихъ положеній мы видимъ, что форма крыши, въ разрѣзѣ своемъ, представляется вообще въ видѣ треугольника, у котораго боковыя стороны или кривыя линіи, или—что бываетъ чаще—прямыя, подобно представленнымъ на схематическихъ чертежахъ 1 и 2, гдѣ *a* представляетъ собой собственно кровлю, *b*—передаточную часть, т. е. или обрѣшотку, или сплошную опалубку и проч., и *c*—стропила.



Оставляя совершенно въ сторонѣ разсмотрѣніе стропилъ, представленныхъ на первомъ чертежѣ, и называемыхъ кружальными, такъ какъ этого рода стропила или фермы достаточно обстоятельно обслѣдованы и извѣстны не только въ литературѣ вообще, но и въ курсахъ нашихъ архитектурныхъ заведеній, мы перейдемъ къ разсмотрѣнію стропилъ втораго рода.

Какъ видно изъ чертежа 3-го — болѣе детальнаго изображенія этого рода стропилъ, части *d*—строительныя ноги нижними своими концами, вообще говоря, опираются на стѣны, обыкновенно наружныя, а верхними другъ на друга или на стѣны (какъ показано на чертежѣ 4), или же на прогоны, расположенные въ свою очередь на столбахъ (черт. 4'). Первой категоріи стропила называются ви-



сячими, а второй—наслонными. Но къ какой бы категоріи не относились стропильныя ноги, для насъ въ данномъ случаѣ рѣшительно все равно: какъ первой категоріи, такъ и второй стропильныя ноги мы можемъ разсматривать какъ брусья — тѣла, опирающіеся нѣсколькими точками на плоскость AB — наклонной къ горизонту подъ нѣкоторымъ угломъ Θ (черт. 5).

Сумма нагрузокъ, составленная изъ постоянной — вѣсъ кровли, обрѣшотка или опалубка, собственный вѣсъ стропилъ или временной — снѣгъ. вѣтеръ и проч. — приводятся къ вертикально дѣйствующимъ силамъ P, P_1, P_2, P_3, и т. д. Будутъ ли эти силы проявляться въ формѣ равномѣрно распредѣленной нагрузки или въ формѣ сосредоточенныхъ узловъ—для насъ пока безразлично.

Изъ механики мы знаемъ, какія условія необходимо и достаточно соблюсти, чтобъ тѣло, свободно опирающееся на плоскость, находилось въ равновѣсіи. Если разсмотрѣніе нашего случая мы отнесемъ къ прямоугольной системѣ координатныхъ осей, принявъ точку o (черт. 5) за начало координатъ, ось иксовъ совпадающей съ плоскостью нижней грани бруса, то оси игрековъ и зетовъ примутъ положенія, показанныя на черт. 5. Плоскость ZoX. вертикальна, а плоскости ZoY, YoX — наклонны къ горизонту подъ углами, меньшимъ прямаго YoX и больше прямаго ZoY. Силы P, P_1, P_2, P_3, и т. д. вертикальны, какъ мы сказали выше При такомъ расположеніи координатныхъ осей и дѣйствующихъ силъ. для равновѣсія нашего бруса мы будемъ имѣть достаточнымъ и необходимымъ соблюсти только одно условіе, — вмѣсто трехъ имѣющихъ мѣсто для общаго случая равновѣсія тѣла опирающагося на данную плоскость. Это условіе состоитъ въ томъ, чтобы сумма проекцій всѣхъ силъ на оси иксовъ равнялась нулю — $\Sigma X = o$, такъ какъ проекціи силъ P, P_1. P_2 и т. д. на оси игрековъ равняются нулю, третье условіе, казавшееся на первый взглядъ имѣющимъ мѣсто въ данномъ разсматриваемомъ нами вопросѣ, т. е. чтобы $\Sigma P.y\ cs\,\alpha = \Sigma P.cs\,\alpha\ y = o$ (сумма моментовъ паръ силъ — составленныхъ изъ проекцій на оси y — дѣйствующихъ въ плоскости Xoy, равняется нулю такъ какъ $\Sigma P.\ cs\,\beta = o$ — какъ мы сказали выше), также само собой, отпадаетъ такъ какъ дѣйствующія силы всѣ расположены въ плоскости вертикальной, параллельны между собой и равнодѣйствующія ихъ, а также проекціи на оси $X^{овъ}$ проходятъ черезъ ось другую, принятую нами за ось $X^{овъ}$ и потому плечо момента пары — $y = o$, т. е. разстояніе проекцій силы до оси $= o$. Итакъ, въ сущности остается одно условіе $\Sigma X = o$, соблюсти которое достаточно и необходимо, чтобы наше тѣло — нашъ брусъ сохранилъ свое равновѣсіе. Изъ черт. 5 видно, что $\Sigma X = \Sigma P.\ cs\,\alpha$ и направлена въ сторону, показанную на чертежѣ стрѣлкой, т. е. сумма этихъ про-

Чер. 5.

Чер. 6.

екцій на оси $X^{овъ}$ стремится сдвинуть брусъ по плоскости его опоръ въ сторону движенія стрѣлки.

Для соблюденія равновѣсія нашей стропильной ноги, т. е. чтобы $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha = o$, необходимо и достаточно ввести новую силу, въ видѣ сопротивленія, которая была бы не меньше $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$, ей параллельна, дѣйствовала бы по одной съ ней прямой и въ противоположную ей сторону.

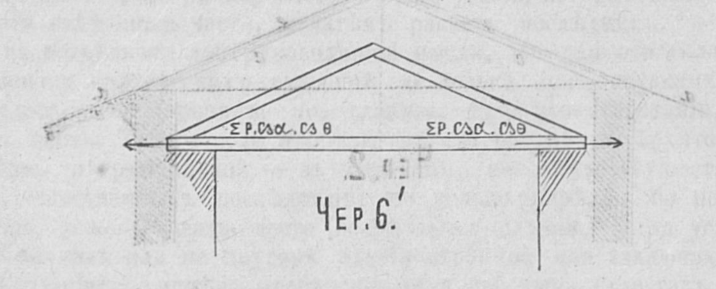
Величина силы $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$, какъ видно, зависитъ во первыхъ отъ $\Sigma\ P$, т. е. отъ величины нагрузки, приходящейся на одну стропильную ногу, и во вторыхъ—отъ $cs\alpha$, т. е. угла наклоненія стропильной ноги къ горизонту. Первое положеніе вполнѣ очевидно, второе же разъясняется тѣмъ, что чѣмъ меньше Θ — уголъ наклоненія стропильной ноги къ горизонту, тѣмъ больше α—уголъ, образуемый направленіемъ (вертикальнымъ) силъ $\Sigma\ P$ съ направленіемъ оси стропильной ноги. Какъ извѣстно, съ увеличеніемъ угла косинусъ его уменьшается; поэтому чѣмъ больше α — уголъ наклоненія вертикально дѣйствующихъ силъ $\Sigma\ P$ или чѣмъ меньше Θ, тѣмъ больше силъ $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$, и наоборотъ, т. е. чѣмъ круче поставлены стропила, тѣмъ больше и сила $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$, и наоборотъ — чѣмъ положе стропила, тѣмъ меньше $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$ (въ балкахъ вовсе не проявляется эта сила, такъ какъ $\alpha = 90^0$, ($cs\ \alpha = cs\ 90^0 = o$, и $\Sigma\ P\ cs\ \alpha = o$).

Въ тѣхъ случаяхъ, когда концы стропильныхъ ногъ выпускаются для образованія стрехи, имѣетъ мѣсто у нижняго конца стропильной ноги — на стѣнѣ или опорѣ — наклонная плоскость, параллельная плоскость нижней грани стропильной ноги и наклонная къ горизонту, но съ угломъ Θ; поэтому величина и направленіе дѣйствія силы $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$ здѣсь вполнѣ сохраняется. Въ сооруженіяхъ, незначительныхъ по размѣрамъ ширины или глубины своей, а стало быть по незначительности величины $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$, вопросъ о парализованіи дѣйствія силы этой дѣйствіемъ соотвѣтствующаго сопротивленія, разрѣшается простымъ врубаніемъ конца (вѣрнѣе — на нѣкоторомъ разстояніи отъ конца) стропильной ноги или въ верхній вѣнецъ или въ верхнюю обвязку или въ мауерлатъ и т. п.

Примѣчаніе: говорить здѣсь о деталяхъ этихъ врубокъ и вообще о деталяхъ соединеній частей стропильныхъ фермъ мы считаемъ неумѣстнымъ по весьма яснымъ и для читателя соображеніямъ.

Въ тѣхъ же случаяхъ, когда указанные размѣры перекрываемаго зданія значительны, а потому значительна и сила $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$, вопросъ о равновѣсіи положенія стропильной ноги приходится разрѣшать нѣсколько сложнѣе. Для простоты и большей ясности изслѣдованія этого вопроса, мы предположимъ, что имѣемъ дѣло съ каменнымъ строеніемъ; это предположеніе для насъ въ данномъ случаѣ тѣмъ болѣе подходяще, что размѣры — по ширинѣ и глубинѣ — большими и несравненно чаще встрѣчаются въ каменныхъ, нежели въ деревянныхъ или фахверковыхъ строеніяхъ.

— Верхняя поверхность наружныхъ или вообще опорныхъ стѣнъ для нижнихъ концовъ стропильныхъ ногъ обыкновенно бываетъ горизонтальная плоскость. Въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ хотятъ выпустить конецъ стропильной ноги для образованія стрехи, поверхность стѣны есть наклонная плоскость, параллельная плоскости нижней грани стропильной ноги. Въ послѣднемъ случаѣ, если не представляется настоятельной надобности прибѣгать къ особымъ средствамъ для образованія сопротивленія силъ $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$, стропильная нога врубается въ мауерлатъ. Какъ вслѣдствіе горизонтальности верхней плоскости стѣны, такъ и вслѣдствіе вліянія мауерлата, наша дѣйствующая сила $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha$ — должна разложиться (черт. 6) въ точкѣ опоры a на вертикальную — $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha.\ cs\ (90 - a) = \Sigma\ P.\ cs$ а отъ Q и горизонтальную $\Sigma\ P\cdot cs\ \alpha.\ cs\ \Theta$ — силы. Вліяніе вертикальной силы уничтожается надежнымъ вертикальнымъ же сопротивленіемъ стѣны; поэтому на стропильную ногу будетъ дѣйствовать только горизонтальная распирающая сила или *горизонтальный распоръ* $\Sigma\ P.\ cs\ \alpha.\ cs\ \Theta$. Если, по опредѣленіи величины горизонтальнаго распора, окажется, что она — величина горизонтальнаго распора — превосходитъ размѣры прочныхъ сопротивленій мауерлата и верхней части каменной кладки стѣны, то является естественная необходимость ввести новую часть стропильной фермы — горизонтальный брусъ, стягивающій нижніе концы паръ стропильныхъ ногъ одной и той же фермы, и потому, будутъ подвержены, какъ видно изъ черт. 6′, вытягиванію отъ горизонтальныхъ



Чер. 6.′

распоровъ въ обоихъ концахъ стропильныхъ ногъ, долженъ имѣть, надлежащіе размѣры поперечнаго сѣченія, высчитываемые по формулѣ строительной механики: $\frac{\omega}{\Sigma\ P.\ cs\ \alpha.\ cs\ \Theta} \angle$ прочн. сопротив.

вытягиванію. Такой брусъ называется затяжкой. Въ томъ случаѣ, когда такихъ размѣровъ стропила приходится дѣлать наклонными, то затяжку задѣлываютъ въ каменную стѣну, въ каменный столбъ, а когда строеніе имѣетъ двускатую кровлю, такую затяжку приходится пропускать насквозь.

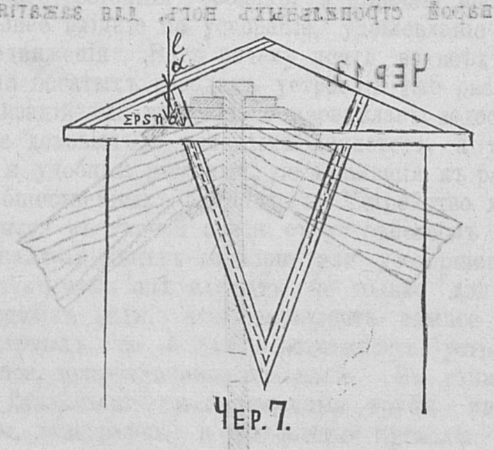
Итакъ, со введеніемъ въ стропильную ферму затяжки, вся ферма, принявъ типичную треугольную форму, является уже вполнѣ устойчивой *).

— Такимъ образомъ теорія стропилъ теперь для насъ уже понятна, и потому переходъ къ обслѣдованію нѣкоторыхъ особенностей, соотвѣтствующихъ частнымъ случаямъ, можно считать своевременнымъ.

Выше мы видѣли, что всѣ силы, дѣйствующія на одну стропильную ногу, будучи отнесенными къ избранной нами системѣ координатныхъ осей, разложились на силы двухъ категорій — составляющія: 1) на нормальныя къ оси бруса (совпадающей съ осью $X^{овъ}$) и 2) параллельныя ей. Первыя силы при правильномъ и однообразномъ распредѣленіи своемъ на всей стропильной ногѣ, дѣйствуютъ на нее изгибающимъ образомъ съ наибольшимъ моментомъ въ срединѣ оси между опорами. Принявъ эту нагрузку, въ видахъ ясности и простоты обслѣдованія нашего вопроса, за равномѣрную распредѣленную, мы можемъ воспользоваться извѣстной формулой строительной механики, служащей къ опредѣленію наибольшаго изгибающаго момента въ случаяхъ, подобныхъ данному: Max. $\Sigma Pl = \frac{Pl^2}{8}$. Въ видахъ не только разумной экономіи, но и возможно большей легкости крыши, дѣлать стропильныя ноги изъ дерева или изъ металла такихъ размѣровъ поперечнаго сѣченія, каковые требуются въ данномъ положеніи ихъ, не всегда возможно, да и не слѣдуетъ; въ тоже время нельзя и не озаботиться обезпеченіемъ ихъ надлежащей прочностью.

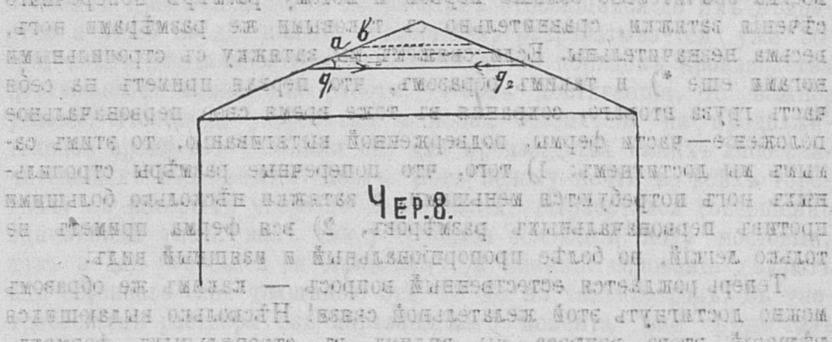
Изъ формулы $\frac{Pl^2}{8}$ мы видимъ, что величина наибольшаго изгибающаго момента зависитъ: 1) отъ велич. P и 2) отъ велич. l. Если мы разобьемъ нашу стропильную ногу на двѣ равныя части по длинѣ, то Max. ΣPl для каждой части выразится такъ: $\frac{\frac{P}{2} \cdot \frac{l^2}{4}}{8} = \frac{P.\ l^2}{64}$. Такое обстоятельство естественно наводитъ на мысль—въ самомъ дѣлѣ разбить обѣ строительныя ноги на двѣ половины въ каждой и въ точкѣ дѣленія устроить опоры, могущія оказывать надлежащія сопротивленія силамъ, дѣйствующимъ нормально къ осямъ стропильныхъ ногъ.

Стало быть такіе подпоры, въ видѣ подкосовъ, должны быть расположены надъ прямыми углами къ своимъ стропильнымъ ногамъ. (Черт. 7). Нижніе концы этихъ подкосовъ должны сходиться своими осями въ одной точкѣ. Такой опорой имъ могутъ служить столбы или поперечные стѣны. Но такое укрѣпленіе подкосовъ представляется весьма рѣдко возможнымъ. Является необходимость изыскивать новое средство. Если, говоря относительно, силы $\Sigma P. Sin\ \alpha$— по своимъ размѣрамъ незначительна, то вмѣсто двухъ подкосовъ можно устроить одинъ ригель (черт. 8). Уголъ наклоненія ригеля къ стропильнымъ ногамъ меньше прямаго; поэтому на ригели будутъ дѣйствовать двѣ силы: q_1 и q_2 — составляющія полученныя

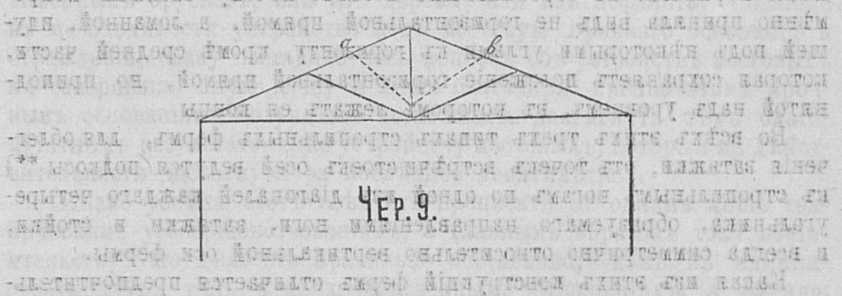

Чер. 7.

*) Распространяться здѣсь о случайныхъ боковыхъ усиліяхъ, могущихъ опрокинуть всю ферму до устройства кровли, мы считаемъ неумѣстнымъ.

отъ разложенія нормальныхъ силъ $\Sigma P_1\ Sin\ \alpha$ и $\Sigma P_2\ Sin\ \alpha$ — сжимающимъ образомъ. Въ томъ же случаѣ, когда по мѣстнымъ обстоятельствамъ и инымъ какимъ-либо соображеніямъ, нельзя пользоваться ригелемъ прибѣгаютъ къ такого рода конструкціи (черт. 9): между верхними концами зажимаютъ вертикальный брусъ такой длины, чтобы отъ нижняго его конца до мѣста встрѣчи съ нимъ подкосовъ оставалась нѣкоторая часть. Такимъ образомъ является конструктивная часть строительной фермы, служащая опорой для подкосовъ и называемая *бабкой*.



Чер. 8.


Чер. 9.

Во избѣжаніе прогиба затяжки, когда послѣдняя имѣетъ значительную длину, необходимо бываетъ нѣсколько подвѣсить ее къ стропильнымъ ногамъ. Если, по механическому разсчету и другимъ соображеніямъ, оказывается достаточнымъ подвѣсить ее только въ одной точкѣ, то таковая точка должна быть избрана посрединѣ продольной оси затяжки, такъ какъ, затяжка сама по себѣ есть брусъ, лежащій на двухъ опорахъ и подверженный изгибающему дѣйствію равномѣрной нагрузки — собственнаго вѣса; другими словами—для устраненія прогиба затяжки необходимо бываетъ ввести новую конструктивную часть фермы, называемую тоже *бабкой*. Вслѣдствіе такого рода своего служебнаго значенія она, очевидно, подвергается вытягивающимъ усиліямъ. Если же представляется необходимость подвѣсить затяжку въ двухъ точкахъ, то приходится разбивать ее на три, по возможности, равныя части и въ этихъ двухъ точкахъ дѣленія подвѣшиваютъ ее помощью *бабокъ* и т. д. Точно такимъ же образомъ подвѣшивается и ригель, когда опасаются его прогиба отъ дѣйствія и сжатія по длинѣ его оси.

Вотъ естественное зарожденіе и развитіе стропилъ итальянской системы.

Если, послѣ всего до сихъ поръ сказаннаго нами, мы, оставивъ совершенно въ сторонѣ разсмотрѣніе деталей стропилъ, взглянемъ на полученную нами ферму съ общей точки зрѣнія, то естественно должны будемъ придти къ тому заключенію, что вся эта система представляетъ собой балку, у которой форма продольнаго сѣченія весьма напоминаетъ форму такого же сѣченія равномѣрно нагруженнаго и лежащаго на двухъ опорахъ бруса равнаго сопротивленія *). Къ чему собственно говоря, и направляло насъ соображеніе, вытекавшее изъ вышеуказанныхъ условій равновѣсія стропильной ноги.

Такой взглядъ на стропильную ферму даетъ намъ больше возможности и шире взглянуть на этотъ предметъ, и шире его развить.

Изъ теоріи сопротивленія строительныхъ матерьяловъ мы знаемъ, что, при изгибѣ дерева, желѣза и проч., верхнія волокна подвервержены сжатію; нижнія вытягиванію, и эти напряженія идутъ отъ maximum'а у крайнихъ волоконъ, до нуля на нейтральной оси.

Такъ какъ стропильная ферма должна быть не только на видъ, но въ дѣйствительности, по вѣсу, возможно легкая, то является необходимость въ изысканіи средствъ для того, чтобы всѣ части фермы, а, главное, стропильныя ноги имѣли возможно малые размѣры въ поперечныхъ своихъ сѣченіяхъ; а только что высказанный нами взглядъ на стропильную ферму даетъ намъ возможность

*) Каррикатурная форма стропильной фермы сравнительно съ формой балки равнаго сопротивленія объясняется, конечно, назначеніемъ первой

дальше разсуждать такимъ образомъ: изъ сравненія между собой силъ—горизонтальнаго распора $\Sigma\ P.\ cs\ a.\ cs\ Q$ и нормальной къ оси стропильной ногѣ $\Sigma\ P\ Sin\ a$ — мы видимъ, что послѣдняя всегда значительно больше первой и потому размѣръ поперечнаго сѣченія затяжки, сравнительно съ таковыми же размѣрами ногъ, весьма незначительны. Если свяжемъ мы затяжку съ стропильными ногами еще *) и такимъ образомъ, что первая приметъ на себя часть груза втораго, сохраняя въ тоже время свое первоначальное положеніе—части фермы, подверженной вытягиванію, то этимъ самымъ мы достигнемъ: 1) того, что поперечные размѣры стропильныхъ ногъ потребуются меньшими, а затяжки нѣсколько большими противъ первоначальныхъ размѣровъ, 2) вся ферма приметъ не только легкій, но болѣе пропорціональный и изящный видъ.

Теперь рождается естественный вопросъ — какимъ же образомъ можно достигнуть этой желательной связи! Нѣсколько выдающихся рѣшеній этого вопроса мы видимъ въ стропильныхъ фермахъ, извѣстныхъ у насъ подъ названіями: французской — или растяжной,—американской и англійской.

Въ послѣднихъ двухъ фермахъ передача части нагрузки отъ стропильныхъ ногъ къ затяжкѣ происходитъ посредствомъ вертикальныхъ стоекъ; во французской же системѣ эти стойки расположены нормально къ стропильнымъ ногамъ, почему затяжка непремѣнно приняла видъ не горизонтальной прямой, а ломанной, идущей подъ нѣкоторыми углами къ горизонту, кромѣ средней части, которая сохраняетъ положеніе горизонтальной прямой, но приподнятой надъ уровнемъ, въ которомъ лежатъ ея концы.

Во всѣхъ этихъ трехъ типахъ стропильныхъ фермъ, для облегченія затяжки, отъ точекъ встрѣчи стоекъ осей ведутся подкосы **) къ стропильнымъ ногамъ по одной изъ діагоналей каждаго четыреугольника, образуемаго направленіями ноги, затяжки и стойки, и всегда симметрично относительно вертикальной оси фермы.

Какая изъ этихъ конструкцій фермъ отличается предпочтительными качествами легко теперь судить самому читателю и нельзя сомнѣваться въ томъ, что растяжная или французская конструкція займетъ первое мѣсто уже потому, что главныя передаточныя части съ этого типа фермъ занимаютъ естественное положеніе относительно *нормальныхъ* силъ. Замѣтимъ здѣсь, что затяжки и въ двухъ другихъ фермахъ представляются такого же характера ломанной линіи, какъ и во французской.

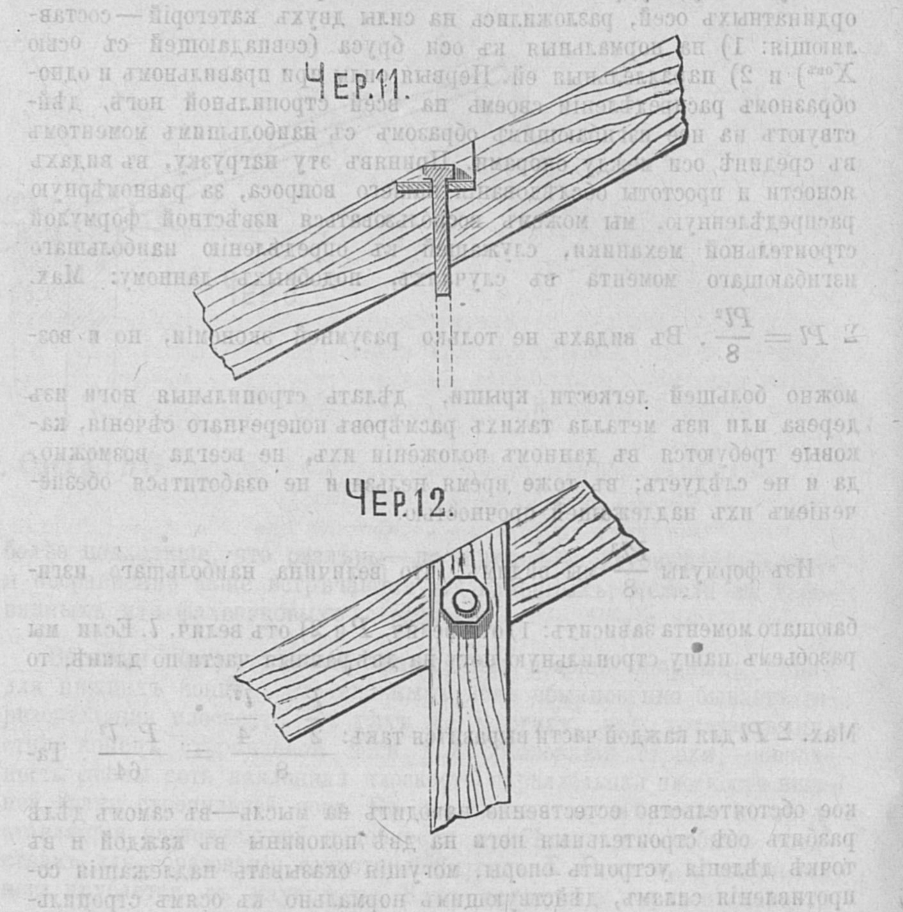
Полагая, что всего до сихъ поръ изложеннаго вполнѣ достаточно для уясненія общей и главной мысли теоріи стропилъ, мы считаемъ возможнымъ покончить съ этой частью нашего разсужденія и перейдти къ краткому указанію тѣхъ пріемовъ или, вѣрнѣе сказать, тѣхъ сторонъ дѣла, которыхъ нужно держаться при проектированіи стропилъ.

Проектированіе стропилъ.

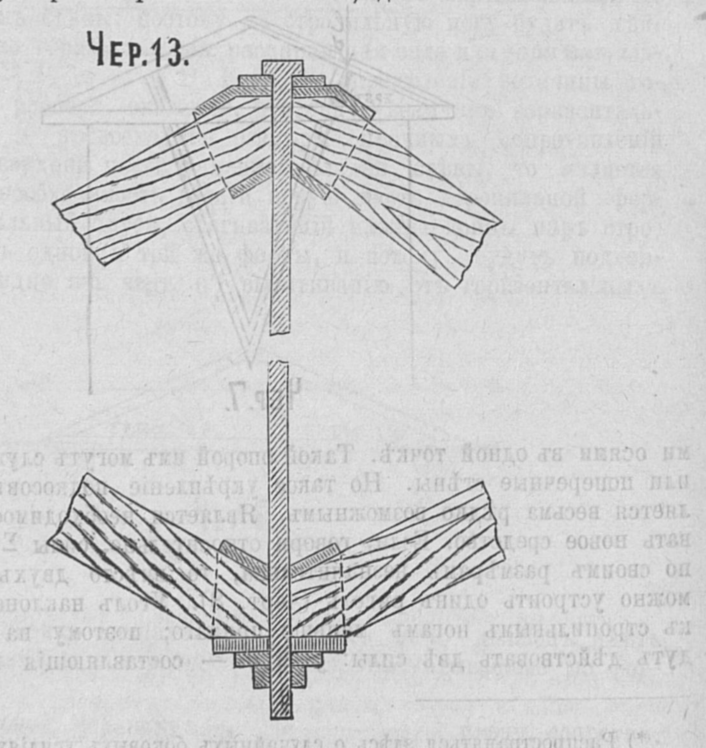
Говоря о проектированіи стропилъ, нельзя имѣть въ виду только крупные центры Россіи—какъ Петербургъ, Москва, Варшава, Одесса и т. п. Для строительнаго дѣла мѣста болѣе отдаленныя отъ центровъ торговли, заводовъ, путей сообщенія и проч., представляются предметомъ большихъ заботъ и трудностей: не только ограниченность въ выборѣ строительнаго матерьяла, но значительный недостатокъ въ мастерахъ, заставляетъ техника часто серьезно задумываться надъ вопросомъ такого рода, на который ни одинъ, даже самый слабый техникъ крупныхъ центровъ не обращаетъ своего вниманія; ибо у него подъ рукой не только больщія, хорошія мастерскія, но и цѣлые заводы; выборъ въ мастерахъ и строительныхъ матерьялахъ, можно сказать, неограниченный.

Хотя стремленіе замѣнить дерево — какъ строительный матерьялъ—металломъ—желѣзомъ, чугуномъ,—не только похвальное, а естественное и необходимое, но тѣмъ не менѣе даже въ разсматриваемомъ нами вопросѣ мы не можемъ еще избѣжать дерева. Въ такихъ мѣстахъ Россіи, гдѣ лѣсъ, а въ особенности сосновый—болѣе пригодный для легкихъ конструкцій — цѣнится чуть ли не на вѣсъ золота, все-таки приходится прибѣгать къ устройству стропилъ если не чисто деревянной, то, по крайней мѣрѣ, смѣшанной конструкціи.

Такъ какъ стропильныя ноги подвержены наибольшимъ напряженіямъ, и притомъ двухъ родовъ — сжатію длинѣ и изгибу — въ смѣшанныхъ конструкціяхъ стропилъ необходимо употребить дерево. Всѣ части такого рода фермы, которыя подвергнуты продольному сжатію и потому требуютъ значительныхъ размѣровъ поперечнаго сѣченія, сравнительно съ длиной, необходимо также приготовлять изъ дерева, т. е. стойки, подкосы, ригеля должны быть также деревянными; части же, подвергающіяся вытягиванію — затяжки, бабки,—лучше дѣлать изъ круглаго (болтоваго) желѣза. Укрѣпленіе частей, подвергающихся сжатію, должно быть непремѣнно неподвижнымъ, а укрѣпленіе частей, подвергающихся вытягиванію, тамъ, гдѣ размѣры скрѣпляющихъ частей — болтовъ, заклепокъ — могутъ быть и по числу незначительны, можетъ быть и желательно свободными: затяжка должна имѣть въ случаѣ надобности, свободное движеніе по горизонтальному направленію въ мѣстахъ своего соединенія съ концами стропильныхъ ногъ, бабки должны имѣть свободное вертикальное движеніе въ мѣстахъ соединенія со стро-



пильной ногой (черт. 11); поэтому не слѣдуетъ дѣлать соединеній этихъ частей со стропильными ногами горизонтальными болтами (черт. 12) и т. п. Въ томъ случаѣ, когда бабка проходитъ посрединѣ между парой стропильныхъ ногъ, для зажатія ея головки,

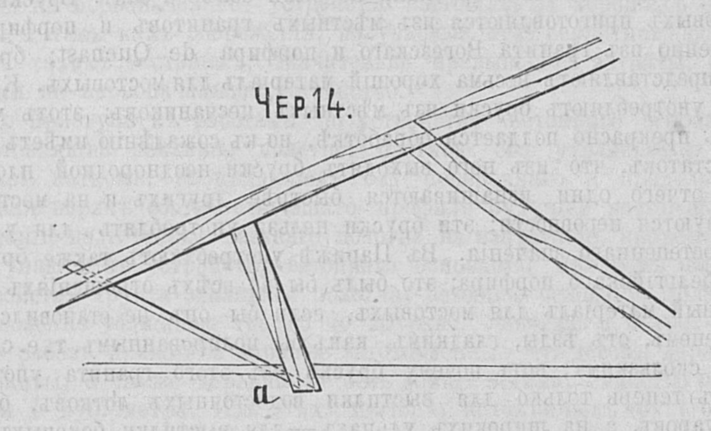


*) Одна связь между стропильными ногами и затяжкой, вѣдь имѣется у концовъ этихъ частей фермы.

**) Изъ этихъ разъясненій, очевидно, что стойки подвергнуты сжатію, а подкосы вытягиванію.

если нельзя имѣть чугуннаго башмака, можно весьма легко и съ большимъ успѣхомъ приготовить таковой изъ котельнаго желѣза и сквозь него пропустить круглое желѣзо для бабки. Для принятія подкосовъ въ нижнемъ концѣ бабки слѣдуетъ устраивать подобнаго рода башмакъ (черт. 13).

При проектированіи стропильныхъ ногъ, значительныхъ по размѣрамъ перекрываемаго пролета, слѣдуетъ пользоваться соображеніямъ изъ формулы $\frac{Pl^2}{8}$, и поэтому, когда является необходимость усилить стропильную ногу, вмѣсто всякихъ подмогъ (какъ въ конструкціи стропилъ по системѣ Палладія), слѣдуетъ, разбивъ на большее число частей (по соображеніямъ), укрѣпить ее стойками и подкосами (подобно растяжной системѣ)—черт. 14 *a*. При этомъ слѣдуетъ руководствоваться вышесказанными соображеніями относительно сжимаемыхъ и вытягиваемыхъ частей фермы. Этого рода соображенія вполнѣ имѣютъ мѣсто и при проектированіи чисто металлическихъ стропилъ и всякихъ системъ, тутъ, впрочемъ, ради экономіи съ большимъ успѣхомъ можно употреблять чугунъ для тѣхъ частей, которыя подвергаются только сжатію.



Гражд. Инж. Н. Маршевъ.

Устройство мостовыхъ.

Значительное распространеніе городовъ и увеличеніе городскаго населенія выдвинули на первый планъ двѣ насущныя потребности, а именно: устройство хорошихъ водостоковъ и прочныхъ, удобныхъ мостовыхъ. Хорошіе водостоки имѣютъ громадное вліяніе на улучшеніе санитарнаго состоянія городовъ, а хорошія мостовыя оказываютъ не меньшее вліяніе на ускореніе, удешевленіе и облегченіе способовъ передвиженія. Вотъ почему почти во всѣхъ болѣе значительныхъ или богатыхъ городахъ устроены уже различнаго рода системы канализацій или капитально передѣланы водостоки, служащіе для отвода домовыхъ и уличныхъ нечистотъ, а также устроены прочныя и удобныя мостовыя, послужившія къ развитію передвиженія въ общественныхъ экипажахъ. Устройство хорошихъ мостовыхъ находится въ тѣсной связи съ устройствомъ правильныхъ городскихъ канализаціонныхъ каналовъ или усовершенствованныхъ водостоковъ, такъ какъ онѣ служатъ не только для правильнаго отвода атмосферныхъ водъ, что составляетъ важное условіе для сохраненія мостовыхъ, но и даютъ возможность устраивать подъ мостовую прочное, непроницаемое основаніе. Въ такихъ улицахъ, гдѣ устроена канализація, водопроводныя трубы, пневматическія почтовыя трубы, телеграфные и телефонные проводы укладываютъ не подъ мостовыми, а подъ тротуарами; въ Парижѣ напримѣръ, трубы эти и проволоки расположены даже въ самыхъ канализаціонныхъ каналахъ и потому, при такихъ условіяхъ, почти вовсе не встрѣчается надобность въ разломкѣ мостовой для производства какихъ либо работъ относящихся до водопровода, телеграфа, телефоновъ и проч.

Въ Берлинѣ при Городскомъ Управленіи существуетъ особая коммиссія подъ предсѣдательствомъ однаго изъ членовъ Управы; въ составъ этой коммиссіи входятъ представители отъ Почтоваго, Телеграфнаго и Полицейскаго Управленій; отъ водопроводныхъ, газовыхъ и телефонныхъ обществъ. Въ этой коммиссіи, представитель Городскаго Управленія заявляетъ, въ какихъ именно улицахъ, Городское Управленіе имѣетъ въ виду, въ ближайшіе 2—3 года произвести работы по устройству канализаціи и новыхъ мостовыхъ; представители вышепоименованныхъ учрежденій заявляютъ о своихъ предположеніяхъ по работамъ относящимся до ихъ вѣдомства и лишь по достиженіи соглашенія, разрабатывается уже общій планъ дѣятельности и устанавливается порядокъ производства подлежащихъ исполненію работъ. Этимъ достигается, то важное условіе, что вновь устроенная мостовая обезпечена на продолжительное время отъ разломки ея, для производства какихъ либо значительныхъ подземныхъ работъ. Вотъ почему почти во всѣхъ городахъ, въ которыхъ устроена канализація, выработался совершенно одинаковый типъ, какъ для устройства основаній подъ мостовыя, такъ и для боковыхъ ея ограждeній, а именно: основаніе дѣлаютъ изъ бетоннаго слоя толщиною отъ 15 до 25 сантиметровъ, съ употребленіемъ раствора изъ портландскаго цемента или рѣже изъ гидравлической извести и мостовая ограждается отъ тротуаровъ, по обоимъ сторонамъ, правильно обтесанными каменными бортовыми брусками, служащими въ то же время бордюромъ для тротуаровъ. Такое основаніе и такое боковое огражденіе мостовой, признается безъусловно необходимымъ для всѣхъ улицъ съ большимъ движеніемъ экипажей, будетъ ли самое мостовое полотно устроено изъ каменныхъ брусковъ, или изъ дерева, или изъ асфальта. Сознаніе въ необходимости устройства подъ мостовую прочнаго основанія и огражденій, сразу поставило весь вопросъ объ устройствѣ мостовыхъ на совершенно иную почву и лишь благодаря именно этимъ прочнымъ основаніямъ получилась возможность достигнуть тѣхъ благопріятныхъ результатовъ, по устройству мостовыхъ, которыя въ дѣйствительности достигнуты за послѣднее десятилѣтіе.

Однако успѣхъ этотъ слѣдуетъ приписать не однимъ лишь техническимъ усовершенствованіямъ, а главнымъ образомъ тому обстоятельству, что дѣло это правильно поставлено, какъ въ административномъ, такъ и въ хозяйственныхъ отношеніяхъ, а именно: что устройство и ремонтное содержаніе мостовыхъ, во всѣхъ главнѣйшихъ городахъ, сосредоточено въ однихъ рукахъ, т. е. производится Городскимъ Общественнымъ Управленіемъ, а не отдѣльными собственниками недвижимыхъ имуществъ, какъ это дѣлается у насъ. Такимъ образомъ въ городскую казну, на мостовое дѣло, стекаются ежегодно милліоны франковъ или марокъ, а потому Городское Управленіе въ состояніи производить самые обширные опыты надъ разнаго рода матеріалами и способами устройства мостовыхъ и примѣнять тѣ изъ нихъ, которые наиболѣе подходятъ для каждаго даннаго случая.

Для характеристики того, какую важную отрасль городскаго хозяйства составляютъ мостовыя, достаточно будетъ сказать, что Берлинское Городское Управленіе, расходуетъ за послѣдніе годы на одну только покупку каменныхъ мостовыхъ брусковъ — до 2 000 000 марокъ ежегодно. Для того, чтобы уяснить себѣ, какое важное значеніе мостовыя имѣютъ для городскаго населенія, достаточно привести слѣдующіе, вполнѣ точные статистическіе свѣдѣнія о количествѣ передвиженія экипажей:

а) по наблюденіямъ произведеннымъ въ 1881 году въ Лондонѣ, въ улицѣ Grace Church проѣзжаетъ ежедневно среднимъ числомъ 10500 экипажей и 15885 ломовыхъ повозокъ; въ King Willian Sr. — 17861 экипажей и 26793 ломовыхъ повозокъ.

б) по наблюденіямъ произведеннымъ въ 1882 году въ Парижѣ, въ улицахъ Avenue de l'Opera — проѣзжаетъ среднимъ числомъ ежедневно 36185 экипажей; Rue de Rivoli — 42035 экипажей.

При такомъ громадномъ передвиженіи экипажей, мостовыя, кромѣ возможной прочности, должны еще удовлетворять и другимъ условіямъ, а именно: онѣ должны быть по возможности ровны, безшумны, безъ-пыльны, на нихъ не должно образовываться много грязи. Я не буду останавливаться на описаніи наиболѣе простыхъ, устарѣлыхъ или оказавшихся неудачными способовъ устройства мостовыхъ, а перейду прямо къ описанію наилучшихъ мостовыхъ устраиваемыхъ изъ каменныхъ брусковъ, деревянныхъ и асфальтовыхъ мостовыхъ.

Мнѣ слѣдуетъ однако упомянуть, что такъ называемыя макадамы, которые въ свое время считались наилучшими мостовыми и достигли обширнаго примѣненія въ Лондонѣ и въ Парижѣ на главнѣйшихъ улицахъ, въ настоящее время, вслѣдствіе развитія движенія, въ особенности грузныхъ общественныхъ дилижансовъ и повозокъ, служащихъ для перевозки тяжестей,— быстро исчезаютъ изъ этихъ улицъ и замѣняются каменными брусчатыми, асфальтовыми или деревянными мостовыми.

На отчетѣ Берлинскаго Городскаго Управленія къ 1 Апрѣля 1886 года находилось всего мостовыхъ: 4 654 000 кв. м.; изъ этаго количества вполнѣ хорошо устроенныхъ, т. е. такъ называемыхъ мостовыхъ 1-го разряда было:

каменныхъ брусковыхъ . . 1 020 000 кв. м.
асфальтовыхъ . . . . . 359 000 »
деревянныхъ . . . . . . 44 000 »

что составляетъ всего 1423400 кв. м., т. е. другими словами въ Берлинѣ болѣе 30% всего количества мостовыхъ вполнѣ удовлетворительныхъ или перворазрядныхъ. Остальное количество мостовыхъ устроено по большей части тоже изъ каменныхъ брусковъ, но бруски эти меньшихъ размѣровъ и худшаго качества.

Для обезпеченія себя каменными мостовыми брусками, Берлинское Городское Управленіе сдаетъ съ торговъ поставку брусковъ на три года; за послѣдніе три года, расходъ на покупку брусковъ исчисленъ въ 1964000 марокъ ежегодно. Въ прежнее время бруски для перворазрядныхъ мостовыхъ пріобрѣтались по большей части въ Швеціи и Бельгіи; но за послѣднее время Берлинское Городское Управленіе, желая привлечь къ конкурренціи по поставкѣ брусковъ отечественныхъ производителей обратилось, путемъ самой обширной публикаціи, къ Германскимъ владѣльцамъ каменоломней, и пригласило ихъ принять участіе въ торгахъ на поставку каменныхъ мостовыхъ брусковъ съ предварительною присылкою своихъ образцевъ. Вслѣдствіе этаго приглашенія, Берлинскому Городскому Управленію представлено было 52 образца каменныхъ брусковъ. Образцы эти препровождены были въ Королевскую Правительственную Коммиссію для изслѣдованій строительныхъ матеріаловъ, гдѣ онѣ были подвергнуты тщательному испытанію и многіе изъ нихъ признаны были годными для устройства мостовыхъ, въ особенности же для улицъ второстепеннаго значенія; нѣкоторые породы, въ особенности доставленные изъ Саксоніи признаны были даже годными для испытанія ихъ въ улицахъ первостепеннаго значенія.

Городское Управленіе имѣетъ въ различныхъ частяхъ города, преимущественно близъ водныхъ или желѣзо-дорожныхъ путей, по которымъ совершается доставка каменныхъ брусковъ и другихъ матеріаловъ, свои собственные обширные склады. Каменные бруски доставляются въ склады въ совершенно обдѣланномъ видѣ и здѣсь уже, самымъ тщательнымъ образомъ сортируются на опредѣленные сорта или классы, окончательно принимаются отъ поставщиковъ или бракуются и принятыя складываются по сортамъ въ штабели.

Первые 3 класса брусковъ дѣлаются или кубической формы или призматической, они имѣютъ совершенно одинаковые размѣры ширины, длины и вышины, а именно:

а) бруски кубической формы бываютъ двухъ категорій и имѣютъ ширину, длину и высоту или отъ 15—16 сантим. или 19—20 сантим.

б) бруски призматической формы имѣютъ ширину отъ 11 до 14 сантим., длину 15—30 сантим. и вышину отъ 15—16 сантим. или 19—20 сантим.

Все различіе этихъ трехъ первыхъ классовъ брусковъ, заключается въ томъ, что у брусковъ перваго класса, нижняя поверхность должна быть совершенно одинаковою съ верхнею поверхностью, т. е. соотвѣтствующіе грани брусковъ должны быть совершенно параллельны между собою и всѣ грани взаимно пересѣкаться подъ прямыми углами; у брусковъ 2-го класса площадь нижней поверхности должна составлять не менѣе $^4/_5$, а для брусковъ 3-го класса — не менѣе $^2/_3$ площади верхней поверхности т. е. другими словами боковые грани брусковъ могутъ книзу постепенно съуживаться; что касается брусковъ 4 и 5 классовъ, то размѣры ихъ нѣсколько меньше и обтеска не такая тщательная; бруски 6 класса имѣютъ полигональную форму. Средняя годовая потребность для Берлина за послѣдніе три года составляла — до 22000 кв. м. брусковъ 1-го класса, до 55000 кв. м. брусковъ 2 и 3 классовъ; до 20000 кв. м. брусковъ 4 и 5 классовъ и наконецъ до 7000 кб. мтр. брусковъ 6 класса.

Стоимость брусковъ слѣдующая: бруски кубической формы 1-го класса отъ 780—830 марокъ за 1000 штукъ;

бруски кубической формы 2 и 3 классовъ отъ 350—500 марокъ за 1000 штукъ;

бруски призматической формы 1-го класса 18—19 марокъ кв. м.

бруски призматической формы 2 и 3 классовъ 12—13 марокъ кв. м.; 4, 5 и 6 классовъ очень варьируетъ.

Въ Берлинѣ употребляютъ Шведскіе бруски гранитныхъ породъ; Бельгійскіе порфирныхъ породъ; Германскіе — тѣхъ и другихъ породъ, а также твердые песчаники.

Бруски употребляемые для мостовыхъ Парижа, относительно размѣровъ подраздѣляются всего на три разряда, а именно:

бруски 1-го разряда шир. 12 сант., длин. до 22 сант., вышин. 19 сант.

бруски 2-го разряда шир. 10 сант., длин. до 19 сант., выш. 17 сант.

бруски 3-го разряда шир. 8 сант., длин. до 16 сант., вышин. 15 сант.

Бруски подвергаются тщательной обработкѣ, грани ихъ пересѣкаются въ верхней поверхности подъ прямымъ угломъ; въ размѣрахъ брусковъ однаго и того же разряда, не допускается разница болѣе чѣмъ на одинъ сантиметръ; съуживаніе книзу боковыхъ поверхностей не должно превышать для каждой грани болѣе 5 мм. Боковыя грани должны быть такъ ровно обтесаны, чтобы швы между смежными брусками не были болѣе 1 сант. Бруски для мостовыхъ приготовляются изъ мѣстныхъ гранитовъ и порфировъ, а именно изъ гранита Вогезскаго и порфира de Quenast; бруски эти представляютъ весьма хорошій матеріалъ для мостовыхъ. Кромѣ того употребляютъ бруски изъ мѣстныхъ песчаниковъ; этотъ матеріалъ прекрасно поддается обработкѣ, но къ сожалѣнію имѣетъ тотъ недостатокъ, что изъ него выходятъ бруски неоднородной плотности, отчего одни изнашиваются быстрѣе другихъ и на мостовой образуются неровности; эти бруски нельзя употреблять для улицъ первостепеннаго значенія. Въ Парижѣ употребляютъ также бруски изъ бельгійскаго порфира; это былъ бы во всѣхъ отношеніяхъ прекрасный матеріалъ для мостовыхъ, если бы онъ не становился со временемъ, отъ ѣзды, гладкимъ, какъ бы полированнымъ, т. е. слишкомъ скользкимъ; вотъ почему бруски изъ этого гранита употребляютъ теперь только для выстилки водосточныхъ лотковъ, близъ тротуаровъ, а на широкихъ улицахъ — для выстилки боковыхъ поверхностей, гдѣ ѣзда обыкновенно значительно меньше, чѣмъ по срединѣ улицъ.

Въ Лондонѣ употребляютъ бруски изъ гранитовъ Gurnesey, Лейчестерскаго и Абердинскаго. Бруски изъ Абердинскаго гранита нашли большое примѣненіе не только въ Лондонѣ, но и во многихъ другихъ англійскихъ городахъ. Граниты эти слѣдуетъ признать наилучшаго качества, какое требуется для мостовыхъ, то есть, они чрезвычайно однородны и потому обладаютъ свойствомъ однообразной изнашиваемости. Наилучшимъ доказательствомъ можетъ служить мостовая изъ гранитныхъ брусковъ, устроенная на мосту Blackfriars; она въ теченіи 13 лѣтъ службы износилась весьма однообразно на 6 мм.

Мостовыя изъ гранитныхъ брусковъ устраиваютъ на бетонномъ основаніи толщиною не менѣе 15 сант. и бруски устанавливаются въ гидравлическій растворъ. Поперечные швы дѣлаютъ около 1 сант. шириною. Поперечный уклонъ улицы 1 : 60. На бетонное основаніе насыпаютъ слои песку толщиною $2^1/_2$ сант. Продолжительность службы мостовой очень различна и зависитъ отъ количества движенія—въ улицахъ съ большимъ движеніемъ отъ 15 до 20 лѣтъ, съ малымъ движеніемъ до 36 лѣтъ. Бруски эти привозятъ въ Лондонъ водою, въ совершенно обработанномъ видѣ и они обходятся отъ 17 до 24 фр. за квадр. метръ съ установкою. Въ Англіи относительно размѣровъ брусковъ допускается большее разнообразіе, чѣмъ въ Парижѣ и Берлинѣ; чаще всего употребляются бруски шириною около $7\frac{1}{2}$ сант., длиною 15, 20 и 25 сант., но встрѣчается также много мостовыхъ изъ брусковъ шириною $7\frac{1}{2}$ сант., длиною отъ 25 до 30 сант. Что касается вышины брусковъ, то она варіируетъ отъ 15 до 22 сант.; вообще высота употребляемыхъ брусковъ находится въ зависимости отъ количества движенія въ томъ мѣстѣ, гдѣ предполагаютъ устроить мостовую, т. е. тамъ гдѣ движенія больше, бруски берутъ выше, такъ, напримѣръ: на Лондонскомъ мосту, гдѣ движеніе громадно, мостовая устроена изъ брусковъ самой большой вышины, т. е. 23 сант. Относительно ширины и высоты брусковъ, а также относительно прямолинейности реберъ и параллельности граней не допускается никакихъ отступленій, что же касается длины брусковъ, то она можетъ отступать отъ установленныхъ размѣровъ.

Прежде чѣмъ перейти къ описанію устройства мостовыхъ изъ каменныхъ брусковъ, слѣдуетъ упомянуть объ устройствѣ бетонныхъ основаній подъ мостовыя.

Долголѣтній опытъ убѣдилъ инженеровъ, что прежнія мостовыя, главнѣйшимъ образомъ подвергались порчѣ, не отъ нормальнаго изнашиванія матеріаловъ, изъ которыхъ состоитъ мостовое полотно, а оттого, что составныя части полотна мостовой, неравномѣрно осаживаются, вслѣдствіе непрочности находящейся подъ мостовой подготовки, отчего на мостовой образуются сначала неровности, постепенно все болѣе увеличивающіяся, затѣмъ образуются выбоины

и мостовая быстро приходитъ въ разстройство. Такимъ образомъ, все вниманіе слѣдовало обратить на то, чтобы предотвратить возможность неравномѣрной осадки отдѣльныхъ составныхъ частей мостоваго полотна, а это и привело къ убѣжденію, что необходимо устраивать подъ мостовое полотно прочный, совершенно неподверженный никакой осадкѣ, фундаментъ. Рѣшиться на это было нелегко, такъ какъ устройство прочныхъ основаній, вызвало значительное увеличеніе расходовъ по первоначальному устройству мостовыхъ, а потому сначала хотѣли избѣжать этого расхода. Однако опытъ скоро показалъ, что расходы на устройство прочныхъ бетонныхъ основаній подъ мостовыя, былъ расходомъ въ высшей степени производительнымъ, такъ какъ отъ этого увеличилась продолжительность службы мостовыхъ и въ настоящее время, въ этомъ дѣлѣ повсюду видна одна и та-же тенденція, а именно: не жалѣть расходовъ на первоначальное устройство мостовыхъ на хорошихъ основаніяхъ, такъ какъ сбереженія, получаемыя отъ ремонтнаго содержанія такихъ мостовыхъ, значительно превышаютъ затраты, сдѣланныя на первоначальное устройство.

До приступа къ работамъ по устройству бетоннаго основанія, подготовляютъ земляное полотно, плотною его утрамбовкою или укаткою каткомъ, съ приданіемъ ему поперечнаго и продольнаго профиля вполнѣ соотвѣтствующаго профиля будущей мостовой. По окончаніи подготовки землянаго полотна на извѣстномъ протяженіи, приступаютъ къ устройству бетоннаго основанія, при чемъ смотря по свойству грунта землянаго полотна, бетонное основаніе дѣлаютъ обыкновенно толщиною отъ 15 до 20 сант., иногда и болѣе. На мѣсто работъ привозятъ заранѣе заготовленные изъ досокъ деревянные щиты, а также деревянные безъ днищъ ящики, емкостію ровно ¼ или ½ куб. метра. Изъ этихъ щитовъ, положенныхъ другъ около друга образуется какъ бы полъ, который долженъ имѣть такую ширину, чтобы по установкѣ на немъ ящика, между продольными краями ящика и продольными краями пола было не менѣе 30 сант.; кромѣ того къ продольнымъ краямъ пола прибиваютъ съ боковъ деревянныя планочки, выступающія надъ поверхностію пола, все это дѣлается для того, чтобы при приготовленіи бетона, во время перемѣшиванія массы, она не вываливалась съ пола на подготовку. Такихъ половъ укладываютъ рядомъ обыкновенно три, дабы работы могли производиться безъ перерыва. На эти полы устанавливаютъ ящики, насыпаютъ въ нихъ на ⅔ вышины крупнаго хряща, гранитнаго или известковаго щебня, затѣмъ насыпаютъ на этотъ щебень портландскій цементъ (на ящикъ емкостью ¼ куб. м. 45 килогр., а на ящикъ емкостію ½ куб. м.—90 килогр.) цементъ привозится на мѣсто работъ въ мѣшкахъ, вѣсомъ netto 45 или 90 килогр.; затѣмъ остальную ⅓ ящика наполняютъ мелкимъ хрящемъ или хорошимъ промытымъ пескомъ. Затѣмъ ящикъ безъ днища приподнимаютъ и устанавливаютъ на слѣдующемъ полу, а двое рабочихъ приступаютъ къ размѣшиванію находившагося въ ящикѣ хряща, гравія и цемента; размѣшиваніе производится въ сухомъ состояніи 2 раза, а затѣмъ третій рабочій приступаетъ къ поливкѣ этой смѣси водой, причемъ ее снова перемѣшиваютъ подбавляя постепенно воды, до тѣхъ поръ, пока она не превратится въ тѣстообразное состояніе. Для образованія бетоннаго основанія, той именно профили, которая требуется, образуютъ изъ приготовленнаго бетона, по направленію оси улицы, на разстояніи другъ отъ друга 4—5 м., особыя полоски шириною до 20 сант.; выравниваютъ эти бетонные полоски совершенно точно, соотвѣтственно профиля улицы, затѣмъ промежутки между этими полосками заполняются бетонной массой, разравниваютъ ее, уплотняютъ ударами лопатъ и затѣмъ бетонное основаніе снова провѣряютъ заготовленнымъ изъ досокъ шаблономъ. Послѣ этого бетонное основаніе поливаютъ водою изъ лейки, съ мелкой сѣткою, и окончательно сглаживаютъ всѣ малѣйшія неровности. Бетонное основаніе, смотря по погодѣ, до совершеннаго окрѣпленія, оставляютъ для просушки отъ 5 до 8 дней. Бетонные работы при морозахъ превышающихъ 2 градуса по Реомюру не производятъ; въ случаѣ же наступленія внезапныхъ морозовъ во время работъ, бетонное основаніе слѣдуетъ немедленно покрывать соломою, матами или покрываломъ. Передъ установкою на бетонное основаніе гранитныхъ брусковъ, на него насыпаютъ обыкновенно слой гравія толщиною не менѣе 2 сант., дабы этимъ урегулировать встрѣчающуюся неровность высоты брусковъ.

Въ Парижѣ бетонныя основанія устраиваются изъ гидравлической извести, портландскаго цемента или цемента Vassy. При употребленіи гидравлической извести и цемента Vassy, приготовляютъ растворъ изъ 2-хъ частей гидравлической извести или 2-хъ частей цемента Vassy съ 5 частями песку. Затѣмъ, для полученія бетона на каждую часть раствора (по объему) идетъ 3 части хряща или 2 части хряща и 1 часть гравія. Бетонъ изъ портландскаго цемента приготовляется въ Парижѣ, точно также, какъ описано выше, т. е. на 1 кб. м. смѣси изъ 2 частей—крупнаго хряща и 1 части мелкаго хряща или гравія идетъ 200 килогр. портландскаго цемента. При устройствѣ бетоннаго основанія изъ гидравлической извести, слѣдуетъ бетонное основаніе весьма плотно утрамбовывать; послѣ разравненія основанія и приданія ему надлежащей профили, оно посыпается мелкимъ, просѣяннымъ, совершенно чистымъ пескомъ.

Въ Лондонѣ бетонныя основанія, также устраиваютъ изъ гидравлической извести или портландскаго цемента, который смѣшиваютъ въ пропорціи 1 части извести или цемента на 7 частей балласта, добываемаго черпательными машинами со дна Темзы; балластъ этотъ состоитъ изъ смѣси гравія съ пескомъ, а потому работы по приготовленіи бетона нѣсколько упрощаются. Въ Лондонѣ гидравлическая известь въ большинствѣ употребляется потому, что она почти вдвое дешевле цемента. Всѣ прочія манипуляціи по устройству бетонныхъ основаній совершенно тождественны съ описанными выше.

Толщина бетонныхъ основаній дѣлается не менѣе 15 сант., въ большинствѣ случаевъ 20 сант. но иногда и болѣе до 25 сант.

Работы по устройству бетонныхъ основаній производятся весьма тщательно, строго наблюдая за тѣмъ, чтобы толщина бетоннаго основанія была по всюду совершенно одинакова и чтобы поверхность основанія была совершенно ровная, безъ малѣйшихъ впадинъ или выпуклостей и чтобы профиль основанія вполнѣ соотвѣтствовала профили будущей мостовой. Песокъ и гравій должны быть очищены отъ всякихъ примѣсей, въ особенности отъ землистыхъ и глинистыхъ веществъ.

Когда бетонное основаніе совершенно отвердѣетъ, то приступаютъ къ устройству брусковой мостовой. Прежде всего на фундаментъ посыпаютъ мелкій гравій слоемъ толщиною 2—2½ сант., что дѣлается для урегулированія разности высотъ каменныхъ брусковъ. Установку брусковъ начинаютъ отъ бортовыхъ камней для образованія водосточныхъ лотковъ; при чемъ продольный уклонъ этимъ лоткамъ даютъ не менѣе 1 : 250. Для образованія этихъ лотковъ, одинъ рядъ брусковъ, по которому вода должна стекать къ колодцу устанавливаютъ на 2 сант. ниже примыкающихъ къ нимъ брусковъ, отъ чего образуется жолобъ для стока воды, примыкающіе къ этому смежные бруски, надлежащимъ образомъ притесываются. Вмѣсто каменныхъ брусковъ на лотки не рѣдко употребляютъ также клинкера, имѣющіе по срединѣ жолоба, а смежные съ нимъ клинкера имѣютъ верхніе поверхности надлежащимъ образомъ скошенныя.

Въ Берлинѣ принято при употребленіи призматическихъ брусковъ устанавливать ряды перпендикулярно оси улицы, при употребленіи же кубическихъ брусковъ, т. е. съ квадратными поверхностями, ихъ устанавливаютъ рядами въ елку, подъ 45° къ оси улицы. Между рельсами конно-желѣзныхъ дорогъ и въ промежуткѣ между смежными путями конножелѣзныхъ дорогъ бруски постоянно устанавливаютъ перпендикулярно оси улицы.

Въ Парижѣ и Лондонѣ ряды брусковъ также устанавливаютъ ⊥ оси улицы. Бруски устанавливаются возможно плотно другъ къ другу такъ, чтобы швы между смежными рядами были не шире 1 снтм.

Въ Берлинѣ швы заполняются или цементомъ или битуминознымъ растворомъ. До заполненія швовъ цементнымъ растворомъ, мостовую слегка уколачиваютъ трамбовкой и обильно поливаютъ водою, убѣждаясь при этомъ, нѣтъ ли брусковъ съ отбитыми кромками или разшатанныхъ; такіе бруски немедленно замѣняютъ новыми. Затѣмъ приготовляютъ жидкій цементный растворъ и заливаютъ имъ все мостовое полотно, такъ чтобы этотъ растворъ проникъ въ подготовку. За тѣмъ приготовляютъ болѣе густой растворъ изъ 1 части цемента и 2 частей гравія и этимъ растворомъ тщательно заполняютъ всѣ швы, послѣ чего немедленно снова протрамбовываютъ мостовую, отчего растворъ осѣдаетъ и образовавшіеся пустоты снова заливаются тѣмъ же растворомъ; послѣ этого мостовую поливаютъ водою и оставляютъ ее въ покоѣ до совершеннаго отвердѣнія, послѣ чего открываютъ для движенія.

При употребленіи битуминознаго—раствора, швы послѣ установки брусковъ, или совершенно заполняются этимъ растворомъ или въ нихъ насыпаютъ сначала хрящъ который втрамбовываютъ въ швы особыми желѣзными полосками, такимъ образомъ, чтобы отъ хряща до верхней поверхности брусковъ оставалось не менѣе 5 сант. и лишь тогда швы заливаются до верху битумомъ. Употребленіе битуминозной заливки допускается лишь въ сухую погоду и эту работу ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ производить, если мостовая мокрая или даже сырая. Употребляемый для запол-

ненія швовъ гравій, долженъ быть также совершенно сухой. По окончаніи всѣхъ работъ мостовая посыпается крупно зернистымъ пескомъ толщиною неболѣе ½ сант. Бруски употребляемые на устройство мостовыхъ тщательно сортируются въ складахъ, какъ относительно размѣровъ, такъ и относительно однородности матеріала и уже въ такомъ разсортированномъ видѣ доставляются на мѣсто работъ. Мостовую устраиваютъ на опредѣленномъ протяженіи непремѣнно изъ камней одинаковаго размѣра и однороднаго матеріала; это практикуется постоянно для достиженія однообразной изнашиваемости мостовой.

Въ Лондонѣ на бетонное основаніе укладываютъ слой раствора толщиною 25м/м. изъ гидравлической извести или цемента и прямо въ этотъ растворъ устанавливаютъ гранитные бруски, которые прекрасно связываются съ растворамъ и получается очень прочная мостовая. Швы заливаются растворомъ изъ цемента. Въ Парижѣ мостовыя изъ гранитныхъ брусковъ утраиваются тѣмъ же способомъ какъ въ Берлинѣ и Лондонѣ. Мостовыя же устраиваемыя изъ брусковъ песчаника, нѣтъ расчета устраивать вышеписаннымъ способомъ, такъ какъ песчаникъ далеко не такой прочный матеріалъ какъ гранитъ и мостовыя выстаиваютъ нестоль продолжительный срокъ.

Поперечный уклонъ каменныхъ брусковъ мостовыхъ дѣлается въ Берлинѣ обыкновенно 1 : 40 половина ширины улицы; предѣльными уклонами считаются 1 : 35 и 1 : 50. Въ Парижѣ и Лондонѣ обыкновенно 1 : 60.

При устройствѣ каменныхъ брусковыхъ мостовыхъ на бетонномъ основаніи и съ задѣлкою швовъ бетоннымъ растворомъ продолжительность службы мостовыхъ находится въ прямой зависимости отъ матеріала брусковъ и количества передвиженія и грузности его. Въ Лондонѣ при обыкновенныхъ условіяхъ, такимъ образомъ устроенныя мостовыя, служатъ среднимъ числомъ 15 лѣтъ, при благопріятныхъ условіяхъ — до 36 лѣтъ, а при самыхъ неблагопріятныхъ условіяхъ, т. е большомъ и очень грузномъ движеніи, какъ напримѣръ на Лондонскомъ мосту мостовая требуетъ перестилки каждые 5 или 6 лѣтъ.

Въ Берлинѣ каменная мостовая изъ гранитныхъ кубиковъ или призматическихъ брусковъ 1 и 2 разряда служитъ въ теченіи около сорока лѣтъ, требуя за это время 2 раза сплошной перестилки т. е. она выстаиваетъ между двумя послѣдовательными перестилками отъ 13 до 14 лѣтъ.

Въ Вѣнѣ, кубическая мостовая изъ брусковъ 1-го разряда послѣ устройства выстаиваетъ безъ всякаго ремонта въ теченіи 6—8 лѣтъ и затѣмъ столько же времени поддерживается ремонтомъ. По окончаніи этаго срока производятъ сплошную перестилку мостовой, переворачивая кубики нижнею гранью къ верху и такая мостовая снова служитъ въ теченіи 12—14 лѣтъ.

Продолжительность службы мостовой изъ брусковъ низшихъ разрядовъ все таки достигаетъ 6 лѣтъ и болѣе, между двумя послѣдовательными перестилками.

Въ Берлинѣ самая отличная кубическая мостовая на бетонномъ изъ цемента основаніи обходится съ земляными работами около 35 марокъ кв. метръ; сплошная перестилка по истеченіи 16 лѣтъ обходится около 4 марокъ кв. м. и за тѣмъ сплошная перестилка по истеченіи 14 лѣтъ тоже около 4 марокъ за кв. метръ, что составляетъ за 40 лѣтній періодъ, средній ежегодный расходъ, всего лишь около 1 марки съ кв. метра. Вотъ эти то блестящіе результаты и привели всѣхъ къ тому убѣжденію, что не слѣдуетъ скупиться на расходы по первоначальному устройству мостовой и что эти расходы вполнѣ окупаются.

Въ Лондонѣ мостовыя изъ гранитныхъ брусковъ обходятся около 30 марокъ кв. метръ. Въ Сити, гдѣ каменныя мостовыя поддерживаются постоянно въ образцовомъ состояніи, ежегодный расходъ на кв. метръ мостовой составляетъ 3 fr. 10 ctm.

Въ Парижѣ, гдѣ какъ мы уже сказали брусковыя мостовыя содержатся менѣе удовлетворительно ежегодно квадр. метръ такой мостовой обходится 1 fr. 18 ctm. Новые же мостовыя изъ брусковъ, обходятся: на песчаной подготовкѣ отъ 17—18 fr. кв. метръ; на бетонномъ основаніи изъ гидравлической извести на 2 fr. дороже, и на бетонномъ основаніи съ заливкою швовъ растворомъ отъ 22—23 fr; это увеличеніе расходовъ вполнѣ оправдывается увеличеніемъ продолжительности службы мостовыхъ. Въ общемъ слѣдуетъ сказать, что каменныя мостовыя, наиболѣе распространенныя мостовыя, которыя едвали когда либо уступятъ свое первенствующее значеніе мостовымъ изъ другихъ матеріаловъ. Каменныя мостовыя въ хозяйственномъ отношеніи, имѣютъ то важное значеніе, что онѣ собственно говоря никогда не приходятъ въ окончательное разстройство и могутъ быть всегда не большимъ ремонтомъ поддержаны въ сносномъ состояніи, между тѣмъ какъ асфальтовыя и деревянныя при достиженіи извѣстнаго срока службы приходятъ въ такое состояніе, что требуютъ безъусловно сплошной перестилки.

Асфальтовыя мостовыя.

Въ началѣ асфальтовыя мостовыя дѣлали изъ литаго асфальта и полагали, что возможно обойтись безъ устройства подъ асфальтовое полотно, вполнѣ прочнаго основанія, по этому вначалѣ устраивали основаніе изъ кирпичной щебенки, хорошо разравненной и плотно утрамбованной или же изъ кирпича плашмя положеннаго. Но опытъ вскорѣ показалъ, что такія мостовыя были очень не прочны, что литой асфальтъ матеріалъ не пригодный для мостоваго полотна и что вообще для прочности асфальтовыхъ мостовыхъ необходимо устраивать, солидныя бетонныя основанія. Изобрѣтенный и примѣненный Инженеромъ Меріанъ (Merian) въ Базелѣ способъ устройства асфальтовыхъ мостовыхъ изъ такъ называемаго прессованнаго асфальта, далъ блестящіе результаты и съ этаго времени для асфальтовыхъ мостовыхъ наступила новая эра. Они стали примѣняться въ Берлинѣ, Лондонѣ, Парижѣ и другихъ городахъ и достигли весьма значительнаго распространенія.

Въ 1878 году, въ Берлинѣ, повсей Лейпцигской улицѣ была устроена мостовая изъ прессованнаго асфальта, при чемъ одна часть этой улицы была сдѣлана изъ асфальта Val de Travers, другая изъ Лиммерскаго. Подъ асфальтовую мостовую устроено было бетонное основаніе толщиною 20 сант.; на это основаніе, получившее профиль совершенно соотвѣтствующій профили будущей мостовой, тщательно выравненное и вполнѣ сухое, накладывали сначала слой асфальта, совершенно чистаго, безъ всякой прибавки гравія, толщиною 3 сант.; за тѣмъ на этотъ слой накладывали 2-й слой асфальта толщиною тоже 3 сант.; и за тѣмъ эту мостовую хорошо утрамбовали и слегка посыпали сухимъ, ровнымъ, мелкимъ пескомъ.

Въ настоящее время при устройствѣ мостовыхъ изъ прессованнаго асфальта на бетонномъ основаніи въ Берлинѣ, асфальтовый слой мостовой дѣлаютъ не менѣе 5 сант. толщиною; этотъ слой долженъ быть повсюду совершенно одинаковой толщины и одинаковой плотности, при чемъ строго слѣдятъ за тѣмъ, чтобы асфальтовое полотно совершенно плотно примыкало къ бортовымъ тротуарнымъ камнямъ, и ко всѣмъ сооруженіямъ встрѣчающимся на полотнѣ мостовой, (колодезнымъ рѣшеткамъ и пр.) не оставляя ни малѣйшихъ зазоровъ, чрезъ которыя могла бы проникать вода; асфальтовыя работы, должны производиться исключительно въ совершенно сухую погоду, асфальтъ слѣдуетъ доставлять на мѣсто работъ въ возможно горячемъ состояніи, при чемъ надо имѣть особое наблюденіе, чтобы во время разравниванія асфальта, въ немъ неоставалось какихъ либо постороннихъ, случайно попавшихъ предметовъ. Трамбовка или укатка асфальта должна производиться очень тщательно и непремѣнно начинаться въ томъ мѣстѣ, гдѣ асфальтъ долженъ примкнуть къ какимъ либо сооруженіямъ. Въ Берлинѣ стоимость устройства 1 кв. метра мостовой изъ прессованнаго асфальта съ бетоннымъ основаніемъ, толщиною 20 сант. составляетъ 16 марокъ, а безъ бетоннаго основанія 11½ марокъ.

Устройство же 1 кв. метра тротуаровъ изъ литаго асфальта толщиною 2 сант. обходится 4½ марки.

Извѣстный французскій инженеръ Barabant, (Ingenieur en Chef de la voie publique, въ Парижѣ) въ своемъ печатномъ отчетѣ о поѣздкѣ въ Лондонъ, въ 1883 году, говоритъ что онъ нашелъ Лондонскія асфальтовыя мостовыя въ отличномъ состояніи, такъ что онъ откровенно сознается, что они на столько же хороши, на сколько Парижскія асфальтовыя мостовыя того времени, были дурны, не смотря на то что парижскія улицы сдѣланы изъ того же асфальта, какъ Лондонскія. Г. Барабанъ находитъ, что явленіе это объясняется слѣдующими причинами: климатъ въ Парижѣ болѣе жаркій, чѣмъ въ Лондонѣ и подверженъ болѣе рѣзкимъ переходамъ; въ Лондонѣ нѣтъ столь значительнаго, быстраго и тяжелаго передвиженія общественныхъ омнибусовъ (въ 3 лошади на 40 пассажировъ) которые, какъ показалъ опытъ, имѣютъ вообще чрезвычайно разрушительное дѣйствіе на мостовыя; нѣкоторыя основанія подъ асфальтовыя мостовыя сдѣланы были въ Парижѣ недостаточной толщины и недостаточно тщательно, да при томъ изъ гидравлической извести, которая по качествамъ своимъ чрезвычайно разнообразна, на что не было обращено должнаго вниманія; за тѣмъ асфальтовая мостовая требуетъ постояннаго за нею наблюденія, а главное своевременнаго и тщательнаго ремонта, на что тоже не всегда обращалось должное вниманіе. Главнѣйшія недостатки асфальтовой мостовой того времени, по заявленію Г. Барабанъ заключались въ томъ, что асфальтовая поверхность становилась во многихъ мѣстахъ волнообразная и за тѣмъ начинали появляться трещины, а также

въ мѣстностяхъ. подверженныхъ значительному вліянію солнца. асфальтовая мостовая сильно размягчалась и на ней образовывались выбоины.

Прекрасные результаты, которые дали асфальтовыя мостовыя въ другихъ городахъ, побудили Парижскихъ Инженеровъ къ разработкѣ новыхъ техническихъ условій на устройство асфальтовыхъ мостовыхъ въ Парижѣ и начиная съ 1884 года, тамъ снова предприняты были обширныя работы по устройству асфальтовыхъ мостовыхъ. На основаніи послѣднихъ контрактовъ, заключенныхъ Городскимъ Управленіемъ Парижа съ частными предпринимателями на устройство асфальтовыхъ мостовыхъ (на срокъ съ Марта мѣсяца 1884 г. по Мартъ 1895 годъ,) предписывается, чтобы асфальтовый камень, былъ однородный известнякъ, бураго цвѣта, мелкозернистый, довольно плотный и равномѣрно пропитанный битумомъ; онъ не долженъ содержать въ себѣ колчедана и не болѣе 2% глины. Содержаніе битума въ асфальтовомъ камнѣ должно быть не менѣе 5%. Асфальтовый камень долженъ быть происхожденіемъ изъ Val de Travers'a, Seyssel' я и St. Jean de Maruejols. Битумъ не долженъ содержать ни какихъ постороннихъ примѣсей, ни воды, ни глины, ни легкихъ маслъ; нагрѣтый до температуры 110° онъ въ теченіи 48 часовъ не долженъ при этой температурѣ потерять болѣе 3% своего вѣса. Этими же условіями требуется, чтобы асфальтовыя мостовыя устроены были непремѣнно на бетонномъ цементномъ основаніи, толщиною не менѣе 15 сант. Толщина асфальтоваго слоя должна быть не менѣе 5 сант.; асфальтовый слой тщательно два раза утрамбовывается сначала легче, потомъ сильнѣе, затѣмъ сглаживается особымъ горячимъ металлическимъ утюгомъ и наконецъ укатывается паровымъ каткомъ, вѣсомъ отъ 500 до 600 килограмъ и по окончательной укаткѣ посыпается мелкимъ просѣяннымъ пескомъ.

Въ Лондонѣ асфальтовыя мостовыя стали устраивать позднѣе чѣмъ первоначально въ Парижѣ, но такъ какъ тамъ мостовыя устраивали на прочномъ основаніи и работы произведены были изъ хорошихъ матеріаловъ и исполнены очень тщательно, то они сразу дали прекрасные результаты и потому получили обширное примѣненіе. Въ настоящее время City покрытъ почти весь асфальтовыми мостовыми. Въ Лондонѣ асфальтовыя мостовыя устраиваютъ изъ слѣдующихъ асфальтовъ: Val de Travers и Seyssel, St. Jean de Maruejols (Gard) и Сицилійскій (изъ этаго асфальта дѣлаетъ мостовыя Лиммерское Общество.)

Асфальтъ Val de Travers есть известнякъ съ содержаніемъ отъ 10 до% 13 битума, Seyssel'скій асфальтъ содержитъ битума около 8%.

Въ Сити есть такія улицы, на которыхъ для нагляднаго сравненія, мостовыя исполнены на одной и той же улицѣ, 3 различными Обществами, изъ асфальтовъ разнаго происхожденія. Бетонное основаніе подъ асфальтовыя мостовыя дѣлается на портландскомъ цементѣ, толщиною не менѣе 15 и до 22½ сант. Нагрѣваніе асфальтоваго порошка на заводахъ производится до тѣхъ поръ, пока не испарится все количество воды и моментъ этотъ опредѣляется эмперическимъ путемъ, что узнается по цвѣту пара и происходитъ при температурѣ отъ 104 до 115 градусовъ для Val de Traver'skaго и при нѣсколько меньшей, для Сицилійскаго.

Асфальтъ привозится на мѣсто работъ въ горячемъ состояніи и считается достаточно горячимъ, если въ моментъ употребленіи, Val de Traver'скій асфальтъ имѣетъ температуру въ 50°, а сицилійскій 40°; онъ доставляется на мѣсто работъ въ особыхъ плотно закрытыхъ повозкахъ. Асфальтъ разравнивается на бетонномъ основаніи граблями, при чемъ толщина слоя дѣлается на 2/5 болѣе той толщины слоя, которую хотятъ получить послѣ прессовки.

Въ Лондонѣ работы производятся съ замѣчательною тщательностію; тамъ придаютъ большое значеніе, полученію совершенно однообразной, ровной поверхности съ одинаковой по всюду толщиною слоя. Устройство новой асфальтовой мостовой обходится въ Лондонѣ отъ 18 до 24 франковъ кв. метръ. Цѣны за ремонтное содержаніе мостовой чрезвычайно разнообразны, а именно отъ 40 сант. до 2¼ франк. кв. метръ ежегодно. При чемъ для улицъ съ обыкновеннымъ движеніемъ стоимость ремонтнаго содержанія 1 кв. метра считаютъ 1 франкъ 35 сантимовъ въ годъ.

Наблюденіе за состояніемъ мостовыхъ и ремонтнымъ содержаніемъ мостовыхъ, производится съ замѣчательною заботливостію и всякія неровности мостовыхъ, тотъ часъ же задѣлываются. При ремонтѣ, поврежденное мѣсто вырубается зубиломъ, непремѣнно вертикально, а не наклонно, при чемъ отнюдь не дозволяется приподнимать асфальтовый слой, такъ какъ замѣчено, что отъ этаго впослѣдствіи, происходятъ въ асфальтѣ трещины. Всѣ починки дѣлаются въ формѣ прямоугольника. По контрактамъ, Общества принявшія на себя устройство новой асфальтовой мостовой отвѣчаютъ за ремонтное содержаніе въ теченіи 14 до 17 лѣтъ за опредѣленное ежегодное вознагражденіе съ каждаго квадратнаго метра устроенной мостовой. Старый асфальтъ снятый при перестилкѣ мостовой, идетъ на второстепенныя потребности, новыя же мостовыя дѣлаются всегда изъ новаго асфальта. Англійскія Инженеры придаютъ большое значеніе тому, чтобы вода не застаивалась на асфальтовой мостовой и потому тамъ устраиваютъ очень много водосточныхъ колодцевъ. Поперечный уклонъ асфальтовой улицы придаютъ $^1/_{60}$. Асфальтовыя мостовыя производятъ очень пріятное впечатлѣніе, содержатся хорошо и имѣютъ опрятный видъ. И извѣстный спеціалистъ по устройству мостовыхъ въ Лондонѣ Полковникъ — Haywood, весьма доволенъ полученными результатами относительно устроенныхъ имъ асфальтовыхъ мостовыхъ и признаетъ, что это самый лучшій матеріалъ для мостовыхъ въ Сити, изъ всѣхъ до сего времени испробованныхъ.

Здѣсь слѣдуетъ упомянуть еще относительно скользкости асфальтовыхъ мостовыхъ, которая часто ставится имъ въ упрекъ. Статистическія свѣдѣнія показали, что опасенія на этотъ счетъ были очень преувеличены. При содержаніи асфальтовыхъ улицъ въ чистотѣ и при посыпкѣ ихъ въ сырую погоду и въ гололедицу пескомъ, случаи паденія лошадей не чаще чѣмъ при каменныхъ мостовыхъ, при чемъ какъ на преимущество ихъ указываютъ на то, что лошади отъ паденія не получаютъ столь сильныхъ ушибовъ. По этому поводу не безинтересно будетъ привести отзывъ Дирекціи Акціонернаго Общества омнибусовъ въ Берлинѣ. На запросъ Магистрата, по этому поводу, Берлинское Отщество отвѣтило, что оно находитъ асфальтовыя мостовыя устроенныя въ Берлинѣ, вполнѣ удовлетворительными, такъ какъ сопротивленіе ихъ движенію очень малое, а между тѣмъ сохраненіе лошадей и экипажей весьма значительное; что касается случаевъ паденія лошадей, то ихъ нельзя отнести непосредственно къ винѣ асфальтовой мостовой, а слѣдуетъ въ большинствѣ случаевъ приписать невнимательности и неумѣлости кучеровъ.

Замѣчательно, что лошади привыкаютъ къ асфальту и вообще скользкимъ мостовымъ и что случаи паденія происходятъ преимущественно тогда, когда лошади съ менѣе скользкихъ мостовыхъ переходятъ на болѣе скользкія.

Въ Парижѣ при устройствѣ тротуаровъ изъ литаго асфальта, толщина асфальтоваго слоя дѣлается не менѣе 1½ сант., при толщинѣ основанія въ 10 сант.; считая въ томъ числѣ слой въ 1 сант. изъ гидравлической извести; мостовыя дѣлаются изъ прессованнаго асфальта толщина слоя отъ 4—6 сант., на бетонномъ основаніи толщиною 15 до 20 сант.

Деревянныя мостовыя.

Въ Америкѣ и въ Лондонѣ уже давно были озабочены примѣненіемъ дерева къ устройству мостовыхъ и хотя для этой цѣли брали и дорогіе сорта деревъ, какъ напримѣръ букъ и дубъ и придумывали въ техническомъ отношеніи весьма остроумные конструкціи, но всѣ эти попытки не удались, мостовая обходилась дорого и продолжительность службы была не велика. Опыты эти привели однако къ слѣдующему убѣжденію: 1) что деревянныя мостовыя слѣдуетъ устраивать непремѣнно на вполнѣ прочныхъ основаніяхъ и 2) что дерево слѣдуетъ брать такое, которое обладаетъ однородностію и свойствомъ одинаковой степени изнашиваемости. Въ 1870 годахъ, въ Лондонѣ деревянныя мостовыя начали устраивать исключительно на бетонныхъ основаніяхъ и преимущественно изъ красной Шведской сосны и полученные результаты были на столько удовлетворительны, что деревянныя мостовыя получили болѣе обширное примѣненіе, не только въ Лондонѣ, но и въ Парижѣ, а также сдѣланы были попытки и въ Берлинѣ.

Во всѣхъ этихъ городахъ, деревянныя мостовыя устраиваютъ теперь исключительно на бетонномъ основаніи. Бруски получаются отъ распиловки досокъ и имѣютъ слѣдующіе размѣры:

Въ Лондонѣ — шириною 76 мм. (3 дюйма), длиною 28$^8/_{10}$ мм. (9 дюйм.) и высотою 15¼ мм. (6 дюймовъ).

Въ Парижѣ—шир. 76—78 мм., дл. 22—28 мм. и выс. 15 мм.

Въ Берлинѣ — шириною 50—80 мм., длиною 12—22 ctm. и высотою 10—15 мм.

Высота брусковъ должна быть совершенно одинаковая и никакія уклоненія отъ установленныхъ размѣровъ не допускаются. Въ Берлинѣ бруски дѣлали сначала вышиною 15 мм.; затѣмъ нашли, что уменьшеніе высоты до 12 мм. не повліяло на прочность мостовой и въ послѣднее время, въ видѣ опыта, примѣнили бруски вышиною 10 мм. Бруски получаются отъ распиловки досокъ, которыя, при пріемѣ самымъ тщательнымъ образомъ сортируются, имѣющіе табачные сучки, гнилинки, червоточину и проч. вовсе бракуются.

Затѣмъ самые бруски при распиловкѣ сортируются на 3—4 сорта, смотря по достоинству дерева. Бруски употребляются на устройство мостоваго полотна или въ натуральномъ состояніи, или ихъ на заводѣ, опускаютъ на короткое время въ ванну съ креозотнымъ или другимъ составомъ, или ихъ при установкѣ на мѣсто, обмакиваютъ въ асфальтъ или смолистые растворы, или наконецъ самыя доски, передъ ихъ распиловкою на бруски пропитываются пневматическимъ способомъ, хлористымъ цинкомъ и другими составами, подобно желѣзнодорожнымъ шпаламъ.

Работы по устройству мостовыхъ производятся слѣдующимъ образомъ: сначала приступаютъ къ установкѣ брусковъ вдоль бортовыхъ троттуарныхъ камней и при томъ не въ плотную, а на разстояніи отъ 2 до 4 сант.; промежутки эти засыпаютъ пескомъ или заполняютъ жирною глиною, что дѣлается для того, чтобы дать возможность мостовой выпучиваться; бруски около бортовъ троттуаровъ укладываются, на 2 или 3 ряда вдоль оси улицы, образуя лотки; самая же мостовая дѣлается установкою брусковъ перпендикулярно оси улицы. Въ Лондонѣ и въ Парижѣ продольные швы дѣлаютъ очень узкіе, не болѣе 2 мм.; поперечные же швы ровно въ 1 ctm.: для того, чтобы между отдѣльными рядами брусковъ получить вполнѣ ровные швы, шириною въ 1 ctm., по укладкѣ каждаго ряда брусковъ, къ нимъ прикладываютъ деревянныя рейки, толщиною въ 1 ctm.; къ этимъ рейкамъ примыкаютъ слѣдующіе ряды брусковъ и т. д. Такимъ образомъ образуется мостовое полотно съ правильными поперечными швами въ 1 ctm. По установкѣ брусковъ на извѣстномъ пространствѣ, рейки эти осторожно вынимаютъ и тотчасъ же приступаютъ къ заполненію швовъ. Въ Парижѣ швы заполняются цементнымъ растворомъ изъ одной части цемента на двѣ части ровнаго, чистаго, зернистаго песку; заполненіе это производится очень тщательно и затѣмъ вся мостовая поливается жидкимъ растворомъ цемента и посыпается слоемъ мелкаго гравія.

Въ Лондонѣ заполненіе швовъ производится или такимъ же образомъ, или же швы заполняются сначала на вышину отъ 3—4 ctm. горячею смѣсью изъ гудрона съ креозотомъ; смѣсь эта быстро охлаждается и прикрѣпляетъ бруски къ основанію въ томъ правильномъ положеніи, въ какомъ они должны находиться, образуя вмѣстѣ съ тѣмъ непроницаемый слой; окончательное заполненіе швовъ производится растворомъ изъ портландскаго цемента съ пескомъ и затѣмъ посыпаютъ мостовую слоемъ гравія и чрезъ 4—5 дней открываютъ для ѣзды.

Въ Лондонѣ 1000 штукъ брусковъ обходятся до 190 франк., а такъ какъ на кв. метръ идетъ 50 штукъ брусковъ, то квадратный метръ обходится около 10 франковъ. Установка деревянныхъ брусковъ производится весьма быстро, такъ что очень ловкій, опытный рабочій можетъ установить въ день до 100 кв. метровъ брусковъ, тогда какъ каменныхъ брусковъ мостовыхъ, такой же рабочій не въ состояніи сдѣлать болѣе 15 кв. метровъ въ день.

Въ Берлинѣ доски до распиловки ихъ на бруски пропитываются минеральными составами, если бруски находятся въ сыромъ состояніи, то ихъ до установки окунаютъ въ довольно густой растворъ битуминозныхъ веществъ и затѣмъ устанавливаютъ совершенно плотно другъ къ другу, отчего швы получаются очень тонкіе. При употребленіи же сухихъ брусковъ, ихъ окунаютъ по нѣсколько разъ въ болѣе жидкій составъ битуминозныхъ веществъ или же въ поперечные швы кладутъ прокладки изъ кровельнаго картона или кровельнаго войлока; эти прокладки на 1—2 ctm. ниже деревянныхъ брусковъ и ихъ непосредственно передъ употребленіемъ обмазываютъ асфальтовымъ лакомъ, такъ что происходитъ склеиваніе отдѣльныхъ рядовъ. Затѣмъ мостовая заливается жидкимъ цементнымъ растворомъ, который тщательно разметается для окончательнаго заполненія швовъ и посыпается тонкимъ слоемъ хряща или гравія, зерна котораго должны быть не менѣе 1 и не болѣе 8 мм. Все это дѣлается для того, чтобы по возможности препятствовать проникновенію влаги между брусками и разбуханію мостовой.

Изъ вышеизложеннаго видно, что способъ заполненіи швовъ деревянной мостовой въ Берлинѣ разнится отъ способа заполненія швовъ практикуемаго въ Лондонѣ и въ Парижѣ. Я полагаю, что онъ хуже и что именно въ этомъ кроется причина, почему деревянныя мостовыя Берлина, дали менѣе благопріятные результаты, чѣмъ въ Лондонѣ и Парижѣ.

Относительно степени изнашиваемости деревянныхъ мостовыхъ, въ Лондонѣ сдѣланы были тщательныя наблюденія и получились чрезвычайно интересные результаты; а именно: для мостовыхъ, на которыхъ происходитъ большое передвиженіе экипажей степень изнашиваемости мостовой составляетъ около 1 мм. въ мѣсяцъ въ теченіи первыхъ двухъ лѣтъ службы или въ среднемъ отъ 1 до $1^1/_2$ ctm. въ годъ; для послѣдующихъ лѣтъ степень изнашиваемости увеличивается и въ общемъ деревянныя мостовыя выдерживаютъ изнашиваніе отъ 5 до 6 ctm. и лишь послѣ этого изнашиванія, мостовыя требуютъ сплошной перестилки. Изслѣдованія произведенныя по истеченіи 3 лѣтъ и 2 мѣсяцевъ надъ мостовой въ King-William-Street, ширина улицы 14 метровъ (устроена въ 1880 году), по которой ежедневно проѣзжаетъ 40,000 экипажей, обнаружили слѣдующее: въ самомъ бойкомъ мѣстѣ, мостовая износилась на 6,7 ctm., затѣмъ далѣе сообразно постепенному уменьшенію движенія экипажей, по этой улицѣ, износъ мостовой былъ 6, 5, 4 и $3\frac{1}{4}$ ctm. Въ Brompton Roud по истеченіи 5 лѣтъ износъ составлялъ 6 ctm., въ New-Osfort-Street, по истеченіи того же времени, 6,4 ctm. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что изнашиваніе происходило вообще довольно равномѣрно, по всей поверхности улицы, хотя конечно посрединѣ, нѣсколько болѣе чѣмъ по бокамъ, такъ что при устройствѣ деревянныхъ мостовыхъ слѣдуетъ имѣть въ виду общее пониженіе уровня мостовой отъ изнашиванія. На основаніи полученныхъ опытныхъ данныхъ, продолжительность службы деревянныхъ мостовыхъ въ Лондонѣ, т. е. срокъ между двумя послѣдующими сплошными перестилками находится въ зависимости отъ количества передвиженія экипажей. Принимаютъ: а) для улицъ съ ежедневнымъ передвиженіемъ экипажей, достигающемъ 20—40 т. отъ 4—5 лѣтъ; б) то же, достигающемъ 10—20 т. отъ 6—7 лѣтъ; в) то же, достигающемъ менѣе 10 т. до 10 лѣтъ.

Въ Парижѣ не имѣется пока еще достаточныхъ данныхъ изъ которыхъ можно было бы вывести подобное заключеніе. Но въ Парижѣ, деревянная мостовая особенно цѣнится въ томъ отношеніи, что она не производитъ шума и пыли, а потому домовладѣльцы и торговыя предпріятія оказываютъ городу матеріальную поддержку на устройство деревянныхъ мостовыхъ. Въ 1884 году, Парижское городское управленіе сдало Societé francaise de pavage en bois устройство 38,000 кв. метр. деревянныхъ мостовыхъ, а обществу Societé anonyme de pavage en bois—144,000 кв. м. Въ 1886 году устроено деревянныхъ мостовыхъ обществомъ Societé Parisienne de Pavage на Площади Звѣзды—18,000 кв. м. и затѣмъ устроены самимъ городомъ, хозяйственнымъ способомъ, деревянныя мостовые въ новомъ кварталѣ Marboeuf. Всѣ эти работы производятся на бетонныхъ основаніяхъ съ замѣчательною тщательностію и надо полагать, послужатъ къ полученію окончательныхъ данныхъ — для разъясненія вопроса объ устройствѣ деревянныхъ мостовыхъ, т. е. о степени ихъ прочности, о стоимости и вообще о ихъ преимуществахъ и недостаткахъ.

Въ Англіи разсчетъ съ предпринимателями за устройство деревянныхъ мостовыхъ производится двумя способами, а именно: подрядчику уплачивается стоимость первоначально устроенной мостовой, затѣмъ онъ въ теченіи послѣдующихъ 2—3 лѣтъ никакой платы не получаетъ и затѣмъ въ теченіи отъ 13—15 лѣтъ, получаетъ ежегодно одну и ту же опредѣленную плату съ кв. метра, или же подрядчикъ за первоначальное устройство единовременнаго вознагражденія вовсе не получаетъ, а получаетъ ежегодно съ кв. метра два платежа, а именно: одинъ въ погашеніе расходовъ по устройствѣ мостовой и въ вознагражденіе процентовъ на затраченный капиталъ, а другой въ возмѣщеніе расходовъ по ремонтному содержанію. Послѣдній способъ уплаты предпочитаютъ, такъ какъ онъ избавляетъ городскія управленія отъ большихъ единовременныхъ затратъ на первоначальное устройство мостовыхъ. Послѣдній способъ разсчета принятъ также и Парижскимъ городскимъ управленіемъ по упомянутымъ выше контрактамъ, а именно: подрядчикъ будетъ получать въ теченіи 18 лѣтъ, т. е. по срокъ окончанія контракта по 2 fr. 60 ctm. въ счетъ стоимости устройства и $\frac{0}{0}$ на затраченный капиталъ и 2 fr. 30 ctm. въ счетъ ремонтнаго содержанія съ квадратнаго метра деревянной мостовой ежегодно.

Въ Лондонѣ стоимость устройства деревянной мостовой очень различна; самая дешевая мостовая обошлась 13 fr. 83 ctm., а самая дорогая 20 fr 93 ctm. кв. метръ. Въ улицѣ King William Street она обошлась по 26 fr. 91 ctm. но тамъ толщина бетоннаго слоя сдѣлана 23 сантим.

Въ среднемъ выводѣ деревянныя мостовыя Парижа обойдутся городу, въ главныхъ улицахъ, около $5^1/_2$ fr съ квадр. метра ежегодно. По окончаніи сроковъ первоначальныхъ контрактовъ, цѣна эта понизится, такъ какъ бетонное основаніе не потребуетъ почти никакихъ затратъ, а слѣдовательно весь расходъ ограничится лишь устройствомъ деревяннаго полотна, отчего надѣются, что деревянная мостовая будетъ обходиться отъ 2 до $2\frac{1}{2}$ фр. за кв. метръ ежегодно. Макадамовыя мостовыя обходились городу въ главныхъ улицахъ отъ 12 до 16 фр. ежегодно и слѣдовательно, для такихъ улицъ

деревянными мостовыми достигается значительная экономія. Деревянныя мостовыя высоко цѣнятся парижанами, такъ какъ они не производятъ ни шуму, ни пыли, ни грязи и мало засоряютъ каналы. Вообще относительно деревянныхъ мостовыхъ слѣдуетъ сказать, что полученныя опытныя данныя, не могутъ пока еще имѣть рѣшающаго значенія, какъ относительно продолжительности службы, такъ и стоимости этихъ мостовыхъ.

При частой промывкѣ и вообще опрятномъ содержаніи деревянныхъ мостовыхъ, они едва ли представляютъ неудобства относительно распространенія и вреднаго вліянія на здоровье.

Инженеръ А. Мерцъ.

Спб. 1887 г.

Химическіе процессы въ портландскихъ цементахъ и шлакахъ доменныхъ печей.

Химическая сторона процессовъ, происходящихъ при обжиганіи и отвердѣваніи цементовъ до сихъ поръ еще не изслѣдована съ достаточной степенью научной достовѣрности, несмотря на всѣ многочисленныя изысканія, производившіяся и производящіяся по этому предмету. Въ «Dingl. Polytechn. Journ.» помѣщены нѣкоторыя интересные результаты изслѣдованія одной стороны названныхъ процессовъ, а именно — вида соединенія извести съ кремнеземомъ и глиноземомъ.

На основаніи этихъ изслѣдованій (Hilgenstock) доменные шлаки, прежде разсматривавшіе какъ сингуло-силикаты, а въ послѣднее время какъ орто-силикаты, не могутъ быть считаемы таковыми въ виду ихъ плавкости и химическаго состоянія части находящейся въ нихъ извести, но представляютъ собою основной метасиликатъ и частичная формула шлаковъ поэтому будетъ не $Ca_2\ Si\ O_4$, а $\begin{matrix} Ca\ Si\ O_3 \\ / \\ Ca\ O \end{matrix}$, т. е. известковый метасиликатъ соединенъ съ одною частицею извести. Это заключеніе подтверждается и опытами Эльберса, принимающаго за первоначальный силикатъ соединенія $Ca_2\ SiO_4$, которое обладаетъ большею энергіею насыщенія и поэтому легче сплавляется, чѣмъ соединеніе $2\ Ca\ O\ .\ Si\ O_2$, считаемое неплавкимъ (Percy).

Причина такого химическаго отношенія не объясняется названными наблюдателями, хотя Эльберсомъ сдѣлана попытка объяснить ее механическимъ путемъ. Причина эта можетъ быть опредѣлена изъ свойствъ гидратовъ нѣкоторыхъ солей. Вообще говоря, всѣ нейтральныя соли или соли извѣстныхъ кислотъ, обладающихъ способностью дальнѣйшаго насыщенія, легко гидратизируются и въ состояніи гидратовъ являются не насыщенными соединеніями, способными принимать еще одинъ или нѣсколько паевъ основанія; всѣ такія соли имѣютъ кислотныя свойства и образуютъ упомянутымъ путемъ основныя соли. Такъ, напр., гидратъ хлористой мѣди можетъ принимать до 3-хъ частицъ окиси мѣди, купоросы образуютъ основныя сѣрнокислыя соли, уксуснокислый свинецъ растворяетъ окись свинца, силикатъ цинка соединяется съ 1 частицей $Zn\ O$, а углекислая известь — съ 1 ч. $Mg\ O$ и т. д. Происходящій при этомъ химическій процессъ можетъ быть изображенъ слѣдующимъ образомъ:

Гидратъ хлористой мѣди $Cu\ Cl + 2\ H_2\ O$ будетъ имѣть видъ $= Cu\ (OH)_2\ (H\ Cl)_2$; при присоединеніи 1 ч. $Cu\ O$ развивается теплота, испаряющая 1 пай воды и образуется $\begin{matrix} Cu\ Cl_2 \\ / \\ Cu\ (OH)_2 \end{matrix}$; при дальнѣйшемъ выдѣленіи воды получается $\begin{matrix} Cu\ Cl_2 \\ / \\ Cu\ O \end{matrix}$.

Процессъ соединеній, образующихся изъ силиката цинка аналогиченъ съ предыдущимъ: изъ $Zn\ (O\ H)_2\ Si\ O\ (O\ H)_2$ чрезъ присоединеніе $Zn\ O$ получается кремнецинковая руда $\begin{matrix} Zn\ Si\ O_3 \\ / \\ Zn\ (O\ H)_2 \end{matrix}$, а при дальнѣйшемъ выдѣленіи воды $\begin{matrix} Zn\ Si\ O_3 \\ / \\ Zn\ O \end{matrix}$ или виллемитъ.

Тѣ же явленія наблюдаются и въ безводныхъ соляхъ, а слѣдовательно могутъ имѣть мѣсто въ соляхъ, находящихся въ расплавленномъ состояніи. Такъ, напр., хлорная окись ртути не гидратизируется, но принимаетъ вмѣсто двухъ паевъ воды $H_2\ (O\ H)_2$, которые она бы заключала въ видѣ водной соли—два пая окиси ртути, причемъ $4\ H$ замѣщаются $2\ Hg$ и получается $\frac{Hg\ Cl_2}{2\ Hg\ O}$.

Аналогично съ виллемитомъ можно объяснить и образованіе основнаго метасиликата $\begin{matrix} Ca\ Si\ O_3 \\ / \\ Ca\ O \end{matrix}$ въ шлакахъ доменныхъ печей.

Но такъ какъ данный пай извести и Ca находится въ химическомъ состояніи, то онъ, конечно, теряетъ свои ѣдкія свойства.

Состояніе глинозема въ шлакахъ сходно съ предыдущимъ. Henrich, Stone и Elbers уже указывали на то, что глиноземъ всегда имѣетъ кислотныя свойства при низкихъ температурахъ и наоборотъ, дѣйствуетъ какъ основаніе при высокихъ температурахъ (при плавленіи шлаковъ). Причину этого явленія слѣдуетъ искать въ температурахъ, свойственныхъ различнымъ гидратамъ глинозема. Такихъ гидратовъ въ настоящее время извѣстно три:

1) Гётитъ . . . . $Al_2\ O_3 + H_2\ O = Al_2\ O_2\ (O\ H)_2$
2) Бокситъ . . . . $Al_2\ O_3 + 2\ H_2\ O = Al_2\ O\ (O\ H)_4$
3) Гидраргилитъ . . . . $Al_2\ O_3 + 3\ H_2\ O = Al_2\ (O\ H)_6$.

Этимъ гидратамъ соотвѣтствуютъ безводныя соединенія $Al_2\ O_2\ .\ O$, $Al_2\ O\ .\ O_2$ и $Al_2\ .\ O_3$. Каждому гидрату и соотвѣтственному ангидриту свойственна извѣстная температура, тѣмъ болѣе высокая, чѣмъ болѣе паевъ кислорода соединено съ аллюминіемъ въ одну группу.

Въ группировкѣ $Al_2\ O\ .\ O_2$ степень окисленія совершенно сходна съ существующей въ кремнеземѣ и поэтому при температурѣ плавленія данное соединеніе будетъ дѣйствовать совершенно аналогично съ кремнеземомъ. Наоборотъ, группировка $Al_2\ O_2\ .\ O$, аналогичная съ основаніями, будетъ дѣйствовать какъ таковая.

Поэтому можно съ извѣстною вѣроятностью предположить, что если въ шлакахъ доменныхъ печей известковый силикатъ по составу соотвѣтствуетъ формулѣ $\begin{matrix} Ca\ Si\ O_3 \\ / \\ Ca\ O \end{matrix}$, то и глиноземъ образуетъ аналогичное соединеніе (аллюминатъ извести) вида $\begin{matrix} Ca\ Al_2\ O\ .\ O_8 \\ / \\ Ca\ O \end{matrix}$ или просто $Ca\ Al_2\ O\ .\ O_3$.

Во всякомъ случаѣ и здѣсь известь лишается своихъ ѣдкихъ свойствъ.

Эльберсъ нашелъ, что шлаки доменныхъ печей вслѣдствіе извѣстной ихъ подготовки (Abröstungsverfahren) испытываютъ нѣкоторыя видоизмѣненія, дѣлающія ихъ пригодными для непосредственнаго приготовленія цемента; однако Эльберсъ не даетъ научнаго объясненія упомянутымъ процессамъ.

Такое объясненіе слѣдуетъ искать въ томъ, что осторожное вторичное нагрѣваніе шлаковъ вызываетъ пониженіе температуръ образованія находящихся въ нихъ силикатовъ и аллюминатовъ, вполнѣ аналогичное съ явленіями закаливанія и отжиганія стали, такъ какъ въ обоихъ случаяхъ сущность явленія заключается въ молекулярныхъ перемѣщеніяхъ частицъ.

Такимъ образомъ происходитъ переходъ соединеній, находящихся въ расплавленномъ шлакѣ, въ химически связанномъ видѣ, въ соединенія болѣе низкой температуры и, вслѣдствіе нарушенія химической связанности, возникаетъ возможность новыхъ реакцій, а прежде всего—возможность гидратаціи.

А въ этомъ и заключается главное условіе для полученія гидравлическаго раствора.

Описанныя свойства силикатовъ и аллюминатовъ весьма важны именно для приготовленія портландскихъ цементовъ. Основное условіе въ ихъ приготовленіи заключается въ правильной пропорціи смѣси и въ обжигѣ до спеканія известняка и глины, съ цѣлью полученія основныхъ известковыхъ силикатовъ и аллюминатовъ, способныхъ поглощать воду, безъ избытка свободной (ѣдкой) извести. Правильность пропорціи здѣсь зависитъ отъ вѣрности минералогическаго и химическаго анализа состава глины.

До настоящаго времени глина разсматривалась какъ водный полуторный силикатъ глинозема, согласно формулѣ $Al_2\ Si_2\ O_7 + 2\ H_2\ O$, или согласно эмпирической формулѣ $H_4\ Al_2\ Si_2\ O_9$. Однако, глина на самомъ дѣлѣ не представляетъ собою такого силиката.

Такъ какъ при гидратаціи соединеній, по закону Бертло образуется именно то соединеніе, которое обладаетъ наибольшей тепловой энергіей, то здѣсь въ силикатѣ глинозема образуется гидратъ глинозема вида $Al_2\,O\,(O\,H)_4$ и поэтому глина должна быть разсматриваема какъ метасиликатъ водной окиси аллюминія, вида $Al_2\,O\,(O\,H)_4\,(Si\,O_2)_2$.

При приготовленіи цемента необходима извѣстная пропорція смѣси. Опредѣляя ее синтетически такимъ образомъ, чтобы получить указанныя нами выше соединенія, имѣемъ слѣдующее:

1) Для 2-хъ паевъ кремнезема надо образовать соединеніе

$$2\left(\begin{matrix} Ca\,O\,.\,Si\,O_2 \\ / \\ Ca\,O \end{matrix}\right).$$

2) Для 1 пая глинозема—соединеніе $\begin{matrix} Ca\,.\,Al_2\,O\,.\,O_2 \\ / \\ Ca\,O \end{matrix}$

Слѣдовательно, въ смѣси $2\left(\begin{matrix} Ca\,O\,.\,Si\,O_2 \\ / \\ Ca\,O \end{matrix}\right)+\left(\begin{matrix} Ca\,O\,.\,Al_2\,O\,.\,O_2 \\ / \\ Ca\,O \end{matrix}\right)$

должно находиться:

		Чист. вѣсъ.	Проценты.
6 паевъ	$Ca\,O = 6 \times 56$	$= 336$	$= 60{,}206$
2 »	$Si\,O_2 = 2 \times 60$	$= 120$	$= 21{,}502$
1 »	$Al_2\,O_3 =$ —	$= 102{,}08$	$= 18{,}291$
	Итого . . .	588,08	99,999

На самомъ дѣлѣ какъ известняки, такъ и глина и въ особенности послѣдняя. содержатъ въ видѣ примѣсей значительныя количества свободнаго кремнезема и поэтому на практикѣ процентное отношеніе измѣняется такимъ образомъ, что цементы содержатъ лишь отъ ½ до $^2/_3$ пая глины (вмѣстѣ съ окисью желѣза) причемъ количество кремнезема увеличивается на $^5/_6$, соотв. $^1/_2$ пая.

При этомъ получаются слѣдующія смѣси:

			Чист. вѣсъ.	Проценты.
	6 паевъ .	$Ca\,O = 6 \times 56$	$= 336$	$= 60{,}32$
	$2^5/_6$ » .	$Si\,O_2 = 2^5/_6 \times 60$	$= 170$	$= 30{,}51$
	0,5 » .	$Al_2\,O_3 = 0{,}5 \times 102{,}08$	$= 51{,}04$	$= 9.16$
		Итого . . .	557,04	99,99
или	6 » .	$Ca\,O = 6 \times 56$	$= 336$	$= 60{,}71$
	2,5 » .	$Si\,O_2 = 2{,}5 \times 60$	$= 150$	$= 27{,}10$
	0,66 » .	$Al_2\,O_3 = 0{,}66 \times 102{,}08$	$= 67{,}4$	$= 12{,}17$
		Итого . . .	553,4	99,98

Выведенныя процентныя отношенія совершенно согласуются съ анализами лучшихъ существующихъ цементовъ, пропорціи которыхъ найдены эмпирическимъ путемъ. При обжигѣ, доводимомъ до начинающагося плавленія или спеканія, изъ всѣхъ составныхъ частей прежде всего измѣняется известнякъ, обращающійся въ ѣдкую известь; послѣдняя дѣйствуетъ разлагающимъ образомъ на силикатъ глинозема, отдѣляя другъ отъ друга кремнеземъ и глиноземъ и образуя съ ними первичные силикаты и аллюминаты.

Соединенія эти, вслѣдствіе температуры ихъ образованія и вслѣдствіе взаимнаго соотношенія безводныхъ частей, чрезвычайно способны образовать гидраты.

Такое обращеніе основанія въ кислоту совершенно аналогично съ явленіями, наблюдаемыми въ составныхъ частяхъ обожженаго гипса; поэтому для облегченія изслѣдованія процесса обжига цементовъ весьма полезно разсмотрѣть взаимное отношеніе частей гипса.

Гипсъ ($Ca\,S\,O_4 + 2\,H_2\,O$) слѣдуетъ разсматривать, какъ водную соль сѣрной кислоты, содержащей одинъ пай воды, согласно формулѣ: $Ca\,(O\,H)_2\,.\,S\,O_2\,(O\,H)_2$.

При нагрѣваніи до совершеннаго выдѣленія воды ($Ca\,O\,.\,S\,O_3$), какъ основаніе, такъ и кислота приходятъ въ состояніе такъ сказать химической напряженности, причемъ то и другое пріобрѣтаютъ ѣдкія свойства; такое состояніе влечетъ за собою возможность болѣе сильной гидратаціи, т. е. обожженый гипсъ, переходя въ гидратъ, будетъ содержать болѣе воды, нежели въ немъ ея содержалось до обжига, а именно 6 паевъ, причемъ соединеніе приметъ видъ $H_8\,Ca\,(O\,H)_4\,S\,(O\,H)_6$.

Тоже замѣчается на составныхъ частяхъ обожженаго цемента, гдѣ мы имѣемъ:

$$2\,(2\,Ca\,O\,.\,Si\,O_2) + 2\,Ca\,O\,.\left\{\frac{Al_2\,O}{Si}\right\}O_4$$

и слѣдовательно, при затвореніи цемента водою образуются гидраты вида

$$Ca_2\,(O\,H)_4\,Si\,(O\,H)_4$$

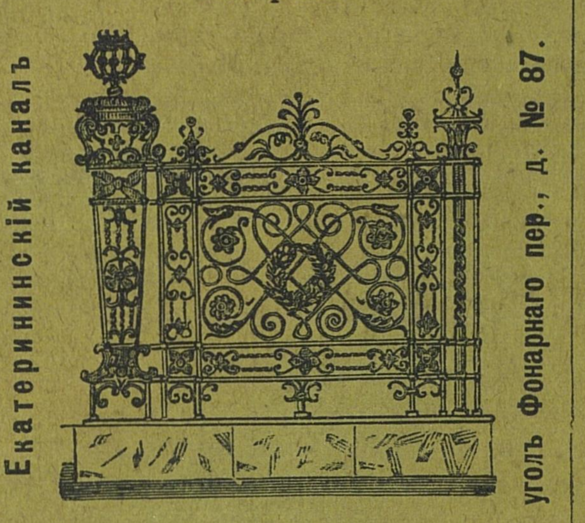
$$\text{и } Ca_2\,(O\,H)_4\left\{\frac{Al_2\,O\,.\,(O\,H)_4}{Si\,(O\,H_4)}\right\},$$

т. е. гидраты ортосиликата и ортосиликато-аллюмината извести. Таковъ долженъ быть составъ этихъ гидратовъ, столь часто служившихъ предметомъ спора между различными изслѣдователями.

Типографія А. Тагова, Мѣщанская, д. № 20. Редакторъ-Издатель Э. П. ДЕКЛЕРОНЪ.

Луи Реннеръ

художественно-строительная слесарная мастерская.



Изъ кованнаго желѣза:

рѣшетки, балконы, лѣстницы, фонари, канделябры, лампады, часовни и проч.

Петербургскій Портландъ-Цементъ.

Товарищество Глухоозерскаго завода симъ доводитъ до всеобщаго свѣдѣнія Гг. потребителей, что Товарищество увеличивъ свой заводъ начало вновь производство общепризнаннаго и испытаннаго

ПОРТЛАНДЪ-ЦЕМЕНТА

высшаго достоинства и покорнѣйше проситъ какъ съ требованіями, такъ и съ заказами на оный, исключительно обращаться къ представителю товарищества

Е. Арнгольдъ, здѣсь.

Караванная № 9. Телефонъ № 1222.

ФИРМА

„Быстро-высыхающія масляныя краски"

К. Андерсонъ и Ко.

Въ С.-Петербургѣ. Толмазовъ пер., № 3.

Имѣетъ честь предложить свои краски и масло, какъ самыя удобныя для спѣшныхъ малярныхъ работъ. — Краски вполнѣ высыхаютъ въ продолженіи 1½—2-хъ часовъ на крѣпко безъ отлипа. Дождливыя, прохладныя погоды не оказываютъ никакого вліянія на быстроту и прочность высыханія. — Рекомендуемъ свои краски для асфальта и цемента. Фирма принимаетъ подряды и всѣ малярныя работы.

Прейсъ-Курантъ, смѣты и всѣ свѣдѣнія безплатно. 3

ТОВАРИЩЕСТВО картонно-тольнаго производства А. НАУМАНЪ и Ко.

Контора, Гороховая, № 20. Телефонъ № 140. С.-Петербургъ.

Фабрика, Шлиссельбургскій трактъ, № 62. Телефонъ № 1125.

Огнеупорный асфальтовый толь, асфальтовый лакъ, шведскій картонъ.

Покрытіе крышъ съ многолѣтнею гарантіею.

Брошюры, прейсъ-куранты, смѣты и всѣ свѣдѣнія безплатно.

Печ. разр. 3 Февраля 1889 г. Спб. Градон. Ген. Лейт. Грессеръ. Типографія А. Таговъ, Мѣщанская, д. № 20.

1888 годъ (XVII).

ЗОДЧІЙ,

ЖУРНАЛЪ АРХИТЕКТУРНЫЙ И ХУДОЖЕСТВ.-ТЕХНИЧЕСКІЙ,

ОРГАНЪ

С.-ПЕТЕРБУРГСКАГО ОБЩЕСТВА АРХИТЕКТОРОВЪ.

№№ 11 и 12. Ноябрь и Декабрь 1888 г.

СОДЕРЖАНІЕ:

ТЕКСТЪ:

ЧЕРТЕЖИ:

ГОДЪ XVII.

ПОДПИСКА ПРИНИМАЕТСЯ
въ конторѣ редакціи:
С.-Петербургъ, Измайловскій полкъ, 5-я рота, д. № 12, кв. 4.

ЗОДЧІЙ

ЦѢНА ЗА ГОДЪ:
въ С.-Петербургѣ, безъ дост. 12 р.
съ доставкою въ Спб. и съ пересылк. въ проч. гор. Россіи 14 „
съ пересылкой за границу . . 17 „

№№ 11 и 12. НОЯБРЬ и ДЕКАБРЬ. 1888 г.

Расчетныя нормы вѣсовъ и нагрузокъ различныхъ конструктивныхъ частей, предложенныя Вѣнскимъ обществомъ инженеровъ и архитекторовъ.

1. *Вѣсъ одного куб. метра матерьяловъ въ килограммахъ:*

а) Дерево:

1. Дубъ	800	килогр.
2. Сосна	700	»
3. Ель	700	»
4. Пихта	650	»
5. Лиственница	700	»

б) Металлы:

1. Сварочное желѣзо	7.800	»
2. Литое »	7.850	»
3. Чугунъ	7.500	»
4. Свинецъ	11.400	»
5. Мѣдь (красная)	8.900	»
6. Цинкъ	7.200	»

в) Каменная кладка:

	Сухая.		Сырая.	
1. Изъ полого кирпича	1.200	килогр.	1.400	килогр.
2. » обыкновеннаго кирпича	1.500	»	1.700	»
3. » желѣзняка (клинкера)	1.900	»	2.000	»
4. Бутовая кладка	2.400	»	—	»
5. Бетонъ	2.400	»	—	»
6. Тесаный песчаникъ (мягкій или средній)	2.400	»	—	»
— Тоже твердыхъ породъ	2.500	»	—	»
7. Известнякъ (мягк. или средн.)	2.600	»	—	»
— Тоже твердый	2.700	»	—	»
8. Гранитъ	2.800	»	—	»

г) Различные матерьялы:

1. Строевой мусоръ	1.400	килогр.
2. Сухой песокъ	1.240 — 1.350	»
3. Сухая глина	1.500	»
— Сырая глина	1.900	»
4. Известковый или цементный растворъ	1.700	»
5. Чистый асфальтъ	1.100	»
6. Литой асфальтъ, съ гравіемъ	1.600	»
7. Трамбованный асфальтъ	1.800	»
8. Тераццо	2.000	»
9. Гипсъ	1.150	»
10. Оконное стекло	2.640	»

2. *Расчетное сопротивленіе:*

№№	МАТЕРЬЯЛЪ.	Въ килогр. на кв. сантиметръ:		
		вытягиванію.	сжатію.	скалыванію.
1	Желѣзо (сварочное или мягкое литое *)	1.000	1.000	800
2	Чугунъ	250	750	250
3	Дубъ	100	70	—
4	Сосна	90	60	—
5	Ель	70	60	—
6	Пихта	70	55	—
7	Лиственница	70	55	—

3. *Расчетное сопротивленіе камня въ тесовой кладкѣ, монолитахъ, колоннахъ и столбахъ:*

№№	ПОРОДА КАМНЯ.	Классъ сооруженія. A.	B.	C.	ПРИМѢЧАНІЯ.
1.	Гранитъ и порфиръ	50	40	20	Во всѣхъ случаяхъ, гдѣ степень твердости камня неизвѣстна, слѣдуетъ ее опредѣлять посредствомъ испытаній.
2.	Обыкновенныя твердыя породы	25	20	—	
3.	Среднія породы	15	10	—	
4.	Мягкія породы **)	7,5	—	—	

Подъ классами сооруженій подразумѣваются:

A—замкнутыя толстыя стѣны изъ тесаной кладки, отдѣльныя прокладныя плиты, опоры, своды и т. д., а также столбы и колонны, коихъ толщина не менѣе $^{1}/_{8}$ вышины.

B. Сильно нагруженные камни кладки, а также столбы и колонны съ толщиной въ $^{1}/_{8}$ — $^{1}/_{12}$ вышины.

C. Столбы и колонны тонѣе $^{1}/_{12}$ своей вышины.

4. *Расчетное сжатіе кирпичной и бутовой кладки, въ килогр. на кв. сант.*

№№	РОДЪ КЛАДКИ.	Стѣны не тоньше 45 сант. и колонны не тоньше $^{1}/_{6}$ вышины.	Стѣны тоньше 45 сант. и колон. съ толщиной въ $^{1}/_{6}$—$^{1}/_{8}$ вышины.	Колонны съ толщиной въ $^{1}/_{8}$ — $^{1}/_{12}$ выш.
1	Кирпичная кладка на извести	5	2,5	—
2	» » » гидравлической извести	7,5	5	—
3	Кирпичная кладка на портландскомъ цементѣ	10	7,5	5
4	Смѣшанная или бутовая кладка на извести	4	—	—
5	Тоже на гидравлической извести	5	—	—
6	Кирпичи лучшаго сорта (изъ отмученной глины) на гидравл. изв.	9	8	7,5
7	Тоже на портландскомъ цементѣ	12	10	8
8	Желѣзнякъ на портл. цементѣ	15	12	10
9	Бетонъ изъ гидравлическ. извести	7	—	—

5. *Расчетное сжатіе грунта.*

№	Родъ грунта.	Килогр. на кв. сант.
1.	Глина и мергель, весьма влажная, а также песокъ, мощностью слоя не менѣе 1 метра, защищенный отъ выпучиванія до	1,5

*) Послѣднее въ томъ случаѣ, если дыры не пробиваются, а сверлятся.
**) Пропускаемъ подробное перечисленіе австрійскихъ горныхъ породъ, какъ не имѣющее для насъ интереса.

№	Родъ грунта.	Килогр. на кв. сант.
2.	Песчаный гравій въ слояхъ малой мощности или перемѣннаго уклона, а также глина и мергель (сухіе) въ стоячихъ слояхъ, предохраненные отъ выпучиванія до	2,5
3.	Плотно слежавшійся, крупный гравій въ значительныхъ слояхъ и глина также (мергель) въ лежачихъ слояхъ до	3,5
4.	Рыхлый, содержащій воду грунтъ, при употребленіи свай или ростверка до	2,0
5.	Тоже при употребленіи кромѣ того бетоннаго слоя не менѣе 60 сант. толщины	3,0

При отдѣльныхъ столбахъ слѣдуетъ придавать фундаментамъ квадратную или почти квадратную форму.

6. *Нагрузка половъ, потолковъ, сводовъ и лѣстницъ.*

А. Собственный вѣсъ.

№	Названіе.	Килогр. на кв. метръ.
1.	Обыкновенный черный полъ со смазкою въ 8 сант. толщ., съ поломъ, подшивкой и штукатуркой . . .	240
2.	Простильной черный полъ со смазкой въ 8 сант. толщины и проч.	300
3.	Простильной полъ со смазкой (8 сант.), штукатуреннымъ потолкомъ и чистымъ поломъ изъ кирпича плашмя или изъ каменныхъ плитъ	350
4.	Tramboden между желѣзными балками (остальное какъ и при 1), включая вѣсъ желѣзныхъ балокъ . . .	270
5.	Сводъ въ 15 сант. толщ. изъ кирпича съ 6 сант. смазкою въ замкѣ, штукатуркой, поломъ и желѣзн. балк.: а) при разстояніи между жел. балками до 1,4 метр.	500
	б) свыше 1,4 и до 3,0 м.	570
6.	Сводъ въ 10 сант. толщ. изъ полого кирпича, прочее какъ и при 5): а) разстояніе между жел. балками до 1,2 метр.	400
	б) отъ 1,2 и до 2,0 метр.	210
7.	Потолки изъ волнистаго желѣза, вмѣстѣ съ подшивкой, поломъ и смазкою (средней толщ. въ 9 сант.) .	240

Примѣч. На каждый лишній сант. толщины смазки сверхъ означеннаго прибавлять по 14 килогр.

Б. Случайныя нагрузки.

№	Названіе помѣщенія.	Килогр. на кв. метръ.
1.	Обыкновенные чердаки	150
2.	Обыкновенныя жилыя помѣщенія	250
3.	Помѣщенія спеціальнаго характера: библіотеки, танцовальныя залы и пр.	350
4.	Лѣстницы и т. п.	400
5.	Конторы, мастерскія и магазины	450
6.	Тоже въ подвальномъ этажѣ	550
7.	Склады сѣна, плодовъ и овощей	500
8.	Для театровъ, хлѣбныхъ складовъ, архивовъ, концертныхъ залъ, мастерскихъ съ особенно тяжелыми машинами, и пр. нагрузка опредѣляется особо.	

Балки, уложенныя обыкновеннымъ способомъ, при разсчетѣ разсматриваются, какъ свободно лежащія. При балкахъ, задѣланныхъ однимъ концомъ и свободно висящихъ другимъ, какъ напр. въ балконахъ, слѣдуетъ удостовѣряться: а) достаточенъ ли вѣсъ кладки надъ задѣланной частью балки и б) достигается ли употребленіемъ каменныхъ или чугунныхъ подкладныхъ плитъ правильная передача давленія.

7. *Нагрузка кровель.*

№№	Родъ кровли.	Подъемъ кровли.	Килогр. на кв. метръ. Собств. вѣсъ.	Давленіе снѣга и вѣтра.	Всего.
1	Простая черепичная кровля. . . .	1 : 1,25	135	125	260
2	Двойная » »	1 : 1,25	165	125	290
3	Простая аспидная кровля	1 : 2,25	75	95	170
4	Двойная аспидная »	1 : 2,25	115	95	210
5	Цинковая или желѣзная кровля на обрѣшеткѣ	1 : 4	40	75	115
6	Толевая кровля	1 : 4	40	75	115
7	Древесно-цементная кровля съ 10 сант. подсыпкой гравія, не считая стропилъ	1 :1,8	165	75	240
8	Листовое или волнистое желѣзо на желѣзной обрѣшеткѣ	1 : 5	20	75	95

Въ собственный вѣсъ включенъ вѣсъ стропильныхъ ногъ, но безъ вѣса подкосовъ, бабокъ и затяжекъ. Послѣдній можетъ быть принятъ, смотря по матерьялу кровли, въ предѣлахъ до 16 метр. пролета:

а) желѣзныхъ стропильныхъ частей — отъ 10 до 20 килогр. на 1 кв. метръ плана и

и б) деревянныхъ частей — отъ 20 до 30 килогр. на 1 кв. метръ плана

При кровляхъ съ инымъ подъемомъ достаточно измѣнить показанныя цифры пропорціонально измѣненію длины стропильныхъ ногъ.

8. *Различныя нагрузки.*

№	Названіе.	Килогр. на кв. метръ.
1.	Давленіе снѣга на горизонтальную плоскость . . .	175
2.	Обыкновенное давленіе вѣтра на поверхность, перпендикулярную къ его направленію	120
3.	Тоже при постройкахъ, особенно доступныхъ вѣтру .	150

Направленіе вѣтра слѣдуетъ принимать подъ уклономъ въ 10° къ горизонту.

Если за наибольшую нагрузку принимается единовременное давленіе снѣга и вѣтра, то давленіе снѣга слѣдуетъ уменьшить отъ $^1/_3$ до $^1/_2$ противъ показаннаго, сообразно уклону кровли, но во всякомъ случаѣ принимать его не менѣе 75 килогр. на кв. метръ.

При разсчетѣ устойчивости особенно подверженныхъ дѣйствію вѣтра предметовъ, напр. заводскихъ трубъ, слѣдуетъ разсчитывать такимъ образомъ, чтобы не только вся труба, но и каждая ея часть, лежащая выше произвольно взятаго сѣченія, обладала по меньшей мѣрѣ двойнымъ запасомъ устойчивости и чтобы сжатіе кирпича при этомъ не превосходило указанныхъ выше предѣловъ.

Разсчетъ сводовъ

(по Ландсбергу).

Предлагаемая статья, составляющая извлеченіе изъ соч. извѣстнаго вѣнскаго инженера Ландсберга, представляетъ собою значительный интересъ по своей практической примѣнимости, отсутствіемъ которой болѣе или менѣе страдаетъ большинство современныхъ теоретическихъ изслѣдованій по данному вопросу. Изслѣдованія эти по большей части направлены къ достиженію возможно большей (теоретической) точности въ результатахъ, которые при этомъ, естественно, являются въ видѣ весьма сложныхъ, неудобопонятныхъ и поэтому совершенно непригодныхъ для практики формулъ.

Да и самая точность этихъ результатовъ нерѣдко оказывается сомнительною, не выкупающею связанныхъ съ нею неудобствъ, такъ какъ дѣло не обходится безъ нѣкоторыхъ упрощеній или пред-

положенiй, могущихъ совершенно измѣнить степень точности выводовъ.

Прiемъ Ландсберга въ этомъ случаѣ, какъ мы уже сказали, интересенъ во-первыхъ по характеру дѣлаемыхъ имъ заранѣе допущенiй, а во вторыхъ по нѣкоторымъ особенностямъ, чрезвычайно упрощающимъ конечные выводы, безъ особаго ущерба ихъ точности.

Для опредѣленiя внутреннихъ силъ, дѣйствующихъ въ сводѣ, необходимо прежде всего опредѣлить наружныя усилiя дѣйствующiя на сводъ, а именно нагрузки и сопротивленiя опоръ. Въ большинствѣ случаевъ нагрузки даются заранѣе или же находятся по таблицамъ. Опредѣленiе сопротивленiй опоръ сложнѣе.

Разсматривая сводъ произвольной кривизны (фиг. 1) *), мы видимъ, что каждая опора или пята передаетъ своду нѣкоторое количество усилiй, равнодѣйствующая которыхъ и будетъ искомое сопротивленiе. Намъ пока не извѣстны ни его величина. ни направленiе. Слѣдовательно, здѣсь шесть неизвѣстныхъ: D, D_1, α, α_1, C и C_1 (если означить черезъ C и C_1 отстоянiя точекъ A и B отъ срединъ опорныхъ плоскостей). Такъ какъ законы статики намъ даютъ только три уравненiя равновѣсiя, то очевидно, что рѣшенiе вопроса чисто статическимъ путемъ невозможно.

Возможность рѣшенiя задачи является, если мы будемъ разсматривать сводъ какъ упругую арку, причемъ предположимъ, что при всякихъ деформацiяхъ, могущихъ произойти отъ дѣйствiя нагрузокъ, какъ опоры, такъ и ближайшiя къ нимъ части арки останутся неизмѣненными. Такое пр дположенiе, весьма близкое къ дѣйствительности и даетъ намъ недостающiе три уравненiя.

Далѣе, мы увидимъ, что въ самомъ простомъ и наиболѣе часто встрѣчающемся разсчетномъ случаѣ, а именно, при существованiи одной лишь неподвижной нагрузки, въ послѣднихъ уравненiяхъ не является необходимости. Предположимъ, что сопротивленiя опоръ намъ уже опредѣлены какимъ-либо образомъ по величинѣ, направленiю и положенiю.

Въ такомъ случаѣ всѣ внѣшнiя силы, дѣйствующiя на сводъ, извѣстны и поэтому всѣ внѣшнiя силы для какого-либо произвольнаго, взятаго нормально въ плоскости чертежа сѣченiя II (фиг. 2) могутъ быть соединены по одну изъ его сторонъ въ одну равнодѣйствующую.

Разсматривая часть свода между лѣвою опорою и сѣченiемъ II, назовемъ такую равнодѣйствующую R. Для равновѣсiя въ сѣченiи II должны дѣйствовать нѣкоторыя внутреннiя силы, которыхъ равнодѣйствующая была бы равна и прямо противоположна силѣ R, имѣя общую съ нею точку приложенiя; другими словами, найдя R, мы знаемъ и равнодѣйствующую въ данномъ сѣченiи внутреннихъ силъ. Разлагаемъ силу R на двѣ, а именно—на составляющую P, параллельную къ касательной къ средней линiи свода въ данномъ сѣченiи и на нормальную къ ней силу Q. Послѣдняя въ данномъ случаѣ не существенно важна; наоборотъ, чрезвычайно важно опредѣлить положенiе и величину силы P. Сжимающiя и вытягивающiя усилiя, вызываемыя послѣднею въ волокнахъ сѣченiя могутъ быть здѣсь опредѣлены безъ особой погрѣшности, какъ для прямого бруса.

Поступая по общимъ правиламъ строительной механики, найдемъ, что усилiе N въ какомъ либо волокнѣ сѣченiя, отстоящемъ на величину Z отъ его средины, будетъ

$$N = \frac{P}{F} + \frac{Mz}{J} = \frac{P}{F}\left(1 + \frac{F\,\xi\,z}{J}\right); \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

гдѣ M—моментъ внѣшнихъ силъ относительно точки O, т. е. точки пресѣченiя средней кривой свода съ сѣченiемъ II; слѣдовательно здѣсь $M = P\xi$, такъ какъ Q не имѣетъ момента относительно O.

Положительныя значенiя N соотвѣтствуютъ сжатiю, отрицательныя—вытягиванiю.

Особенно важна для опредѣленiя N величина ξ или, что все равно, положенiе точки E пересѣченiя равнодѣйствующей R съ даннымъ сѣченiемъ.

Кривая, соединяющая подобныя точки различныхъ сѣченiй, называется кривою давленiя въ опорахъ. Различнымъ видамъ нагрузокъ одного и того же свода соотвѣтствуютъ различныя равнодѣйствующiя въ каждомъ сѣченiи, а слѣдовательно и различныя кривыя давленiя въ опорахъ.

Раздѣляя сводъ на нѣсколько частей (фиг. 3), найдя сопротивленiя опоръ (D и D_1) и нагрузки отдѣльныхъ частей (g_1, g_2, g_3 . . . g_6) мы можемъ сложить сперва силы D и g_1 въ одну равнодѣйствующую, сложить эту послѣднюю съ g_2 и т. д. до противулежащей опоры, причемъ получится ломаная линiя, называемая многоугольникомъ равнод. силъ. (O I II III IV VI f). Изъ послѣдняго получается кривая давленiя, если соединять между собою точки пересѣченiя отдѣльныхъ равнодѣйствующихъ съ соотв. сѣченiями (1 2 3 4 5 6 7). Чѣмъ на большее число частей раздѣленъ сводъ, тѣмъ болѣе полученный многоугольникъ приближается къ плавной кривой, т. наз. веревочной кривой. которая въ данномъ случаѣ тождественна съ опорной кривой.

Форма многоугольника, также какъ и веревочной кривой независима отъ точекъ приложенiя сопротивленiй D и D_1 опоръ, такъ какъ перемѣстивъ силы D, не измѣняя ихъ величины и направленiя вверхъ или внизъ, мы перемѣстимъ на ту же величину самый многоугольникъ, который такимъ образомъ останется тождественъ, съ первоначальнымъ. Поэтому если, какъ это часто приходится, надо опредѣлить только форму веревочной кривой, но не ея направленiе, то остаются лишь 4 неизвѣстныхъ: D, D_1, α и α_1 и задавшись одною изъ нихъ можно рѣшить вопросъ статическимъ путемъ.

На основанiи теорiи упругости сводовъ Винклеру удалось доказать *) слѣдующее, весьма важное, положенiе: при постоянномъ сѣченiи изъ всѣхъ статически возможныхъ кривыхъ давленiя наиболѣе вѣрною будетъ та, у которой сумма квадратовъ разстоянiй (или уклоненiй) отъ средней кривой свода будетъ наименьшею.

Поэтому самая правильная кривая давленiя должна совпадать съ среднею кривою свода.

Поэтому при проектированiи свода слѣдуетъ начертить сначала его среднюю кривую такимъ образомъ, чтобы она по возможности совпадала съ кривою давленiя, опредѣленнаго при извѣстныхъ предположенiяхъ, т. е. при извѣстныхъ, данныхъ нагрузкахъ. Такъ какъ въ гражданской архитектурѣ своды по большей части исключительно подвергаются постояннымъ, неподвижнымъ нагрузкамъ, то слѣдовательно найденная кривая и вообще будетъ отвѣчать требованiямъ.

Далѣе мы увидимъ, что въ тѣхъ случаяхъ, когда точное опредѣленiе кривой давленiя почему либо затруднительно, можно ограничиться извѣстными предѣлами ея положенiя; а такъ какъ кривая давленiя легко можетъ быть получена посредствомъ многоугольника равнодѣйствующихъ, то и слѣдуетъ начинать съ построенiя послѣдняго.

а) Веревочная кривая и многоугольникъ равнодѣйствующихъ.

Изъ даннаго нами понятiя о веревочной кривой слѣдуетъ, что касательная къ ней во всякой ея точкѣ должна имѣть общее направленiе съ равнодѣйствующей въ этой точкѣ

Чтобы составить уравненiе веревочной кривой, разсмотримъ часть дуги свода, длиною $= ds$ (фиг. 4). Предположимъ, что нагрузки вертикальны и составляютъ на единицу горизонтальной поверхности q килогр., причемъ q вообще перемѣнно. Тогда на часть $m\,o$ дуги, длина которой ds, дѣйствуютъ три силы: грузъ qdx и обѣ касательныхъ силы P и $P + d\,P$.

Подъ влiянiемъ этихъ трехъ силъ дуга находится въ равновѣсiи, такъ что мы можемъ написать

$$o = P\cos\iota - (P + d\,P)\cos(\iota + d\,\iota).$$

Производя умноженiе и пренебрегая безконечно-малыми втораго порядка, найдемъ, что

$$o = d\,P\cos\iota - P\sin\iota\,d\,\iota = d\,(P\cos\iota),$$ т. е.

что $P\cos\iota$ есть величина постоянная. А вмѣстѣ съ тѣмъ $P\cos\iota$ есть горизонтальная составляющая напряженiя дуги; обозначимъ ее черезъ H:

$$P\cos\iota = H. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

Этимъ выражается слѣдующiй законъ: при вертикальныхъ нагрузкахъ горизонтальная составляющая напряженiй въ аркѣ (дугѣ) свода есть величина постоянная. H называется горизонтальнымъ распоромъ.

---

*) Здѣсь, какъ и во всѣхъ послѣдующихъ разсужденiяхъ, предполагается, что длина свода, т. е. его измѣренiе, перпендикулярное къ плоскости чертежа, равно единицѣ линейной мѣры, напр. 1-му метру.

*) Доказательство это можно найти въ: Winkler, Beitrag zur Th der Bogenträger (Zeitschr. d. Arch. u. Ing. Ver. zu Hannover, 1879 199) и его же: Lage der Stutzlinie im Gewölbe, (Deutsche Bauzeitung стр. 117 и 127).

Второе условіе равновѣсія даетъ намъ

$$O = qdx + P\ Sin\ \tilde{\imath} - (P + d\ P)\ Sin\ (\tilde{\imath} + d\ \tilde{\imath})$$

и поступая по предыдущему, найдемъ:

$$O = qdx - d\ (P\ Sin\ \tilde{\imath})\ \text{или}\ d\ (P\ Sin\ \tilde{\imath}) = qdx.$$

Но по ур. (2) $P = \frac{H}{Cos\ \tilde{\imath}}$, слѣд.

$$d\ (H\ tg\ \tilde{\imath}) = qdx = d\left(H\frac{dy}{dx}\right) = H\frac{d^2\ y}{d\ x}$$

Отсюда $q = H\frac{d^2y}{dx^2}$ и $\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{q}{H}$ . . . . (3)

Если данъ видъ функціи q, то можно двойнымъ интегрированіемъ опредѣлить уравненіе веревочной кривой.

Во многихъ случаяхъ удобнѣе выразить это отношеніе въ иной формѣ. Обозначивъ радіусъ кривизны веревочной кривой черезъ ρ, имѣемъ (фиг. 4) $ds = \rho\ d\ \tilde{\imath}$; далѣе,

$$\frac{q}{H} = d\frac{\frac{dy}{dx}}{dx} = d\frac{tg\ \tilde{\imath}}{dx} = \frac{\frac{d\ \tilde{\imath}}{cos^2\ \tilde{\imath}}}{dx},\ \text{т. е.}$$

$$\frac{q}{H}\ dx = \frac{d\ \tilde{\imath}}{cos^2\ \tilde{\imath}}\ \text{и}\ cos\ \tilde{\imath} = \frac{dx}{ds},\ \text{откуда}$$

$$dx = ds\ cos\ \tilde{\imath} = \rho\ d\ \tilde{\imath}\ cos\ \tilde{\imath} = \frac{d\ \tilde{\imath}}{cos^2\ \tilde{\imath}}\ \text{и}\ \rho = \frac{H}{q\ cos^3\ \tilde{\imath}} \quad . \ . \ . \ (4)$$

Посредствомъ ур. (4) можно такимъ образомъ опредѣлить радіусы кривизны, соотвѣтствующіе различнымъ значеніямъ $\tilde{\imath}$ при данныхъ q и H.

Пусть въ замкѣ $q = q_0$, $\rho = \rho_0$; тогда, такъ какъ $\tilde{\imath}_0 = O$, имѣемъ

$$\rho_0 = \frac{H}{q_0},\ \text{или}\ H = q_0\ \rho^0 \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (5)$$

Слѣдовательно, горизонтальный распоръ равенъ произведенію изъ нагрузки единицы длины горизонтальной проекціи на радіусъ кривизны веревочной кривой въ замкѣ.

Подставляя значеніе H изъ ур. (5) въ ур. (4), имѣемъ

$$\rho = \frac{q_0\ \rho_0}{q\ cos^3\ \tilde{\imath}}\ \text{и}\ \frac{\rho}{\rho_0} = \frac{q_0}{q\ cos^3\ \tilde{\imath}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (6)$$

Обыкновенно нагрузку свода изображаютъ въ видѣ вертикальныхъ полосъ равнаго относительнаго вѣса, такъ что вышина полосъ пропорціональна вѣсу выражаемыхъ ими нагрузокъ. Такимъ образомъ получается площадь, ограничиваемая снизу веревочной кривой, а сверху — кривою, соединяющею высоты изображенныхъ графически нагрузокъ. Площадь эта, заштрихованная на фиг. 5, называется площадью нагрузокъ, а верхняя кривая, ее ограничивающая—кривою нагрузокъ.

Дифференціальное уравненіе веревочной кривой $\frac{d^2\ y}{dx} = \frac{q}{H}$ при данной нагрузкѣ, слѣдовательно при данной функціи q, даетъ простымъ интегрированіемъ:

$$\frac{dy}{d\ x} = \frac{1}{H}\int qdx + C,\ \text{а интегрируя вторично:}$$

$$y = \frac{1}{H}\int d\ x \int qdx + Cx + C_1$$

Въ послѣднемъ уравненіи три постоянныхъ величины H, C и C_1, выборъ которыхъ опредѣляетъ характеръ и положеніе веревочной кривой.

Если нѣтъ надобности опредѣлять положеніе кривой, а можно ограничиться опредѣленіемъ лишь ея формы, то можно двѣ постоянныхъ взять произвольно, такъ какъ онѣ относятся исключительно къ положенію веревочной кривой. Напр., можно принять $C = C_1 = O$ и тогда уравненіе кривой приметъ видъ $y = \frac{1}{H}\int d\ x \int qdx.$

Въ большинствѣ случаевъ требуется опредѣлить именно форму кривой; поэтому мы можемъ задаться для нея заранѣе двумя точками, а именно опорами, лежащими на одной высотѣ; такимъ образомъ двѣ постоянныхъ будутъ даны. При нагрузкѣ, симметричной относительно вертикальной оси, кривая также будетъ симметрична относительно этой оси, которую мы и примемъ за ось y.

Здѣсь являются двѣ важныхъ задачи: во-первыхъ, по данной кривой нагрузокъ опредѣлить соотвѣтствующую ей веревочную кривую, во вторыхъ, по данной кривой свода опредѣлить соотвѣтствующую ей кривую нагрузокъ. Относительно первой изъ указываемыхъ задачъ замѣтимъ слѣдующее:

Въ большинствѣ случаевъ гражданской архитектуры кривая нагрузокъ имѣетъ видъ или горизонтальной прямой, или же двухъ наклонныхъ прямыхъ, сходящихся въ замкѣ подъ угломъ. Но такъ какъ рѣшеніе этой задачи требуетъ довольно утомительныхъ вычисленій и къ тому же самая задача рѣдко является именно въ такомъ видѣ, то мы ограничимся приводимымъ далѣе графическимъ способомъ, отсылая интересующихся къ болѣе подробнымъ источникамъ *).

Перейдемъ теперь къ рѣшенію второй изъ намѣченныхъ нами задачъ, въ примѣненіе къ наиболѣе часто встрѣчаемому на практикѣ случаю—къ своду, образованному по дугѣ круга.

Радіусъ кривизны круга есть величина постоянная, т. е. $\rho = \rho_0 = r$ и слѣдовательно уравненіе (5) веревочной кривой приметъ видъ $q = \frac{q_0}{Cos^3\ \tilde{\imath}}$.

Чтобы въ уравненіе входили лишь геометрическія величины, обозначимъ высоты площади нагрузокъ въ замкѣ и въ какой либо точкѣ, соотвѣтствующей углу $\tilde{\imath}$, соотв. черезъ z_0 и z (фиг. 6); если γ есть относительный вѣсъ матеріала нагрузки то $q_0 = \gamma z_0$, $q = \gamma z$,

$$\gamma z = \frac{\gamma z_0}{Cos^3\ \tilde{\imath}}\ \text{и}\ z = \frac{z_0}{Cos^3\ \tilde{\imath}} \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ (7)$$

Ур. (7) есть уравненіе кривой нагрузокъ при сводѣ, средняя линія котораго есть кругъ. При $\tilde{\imath} = 0$, $z = z_0$, соотвѣтственно предположенію; при $\tilde{\imath} = 90^0$, $z = \frac{z_0}{0} = \infty$; поэтому веревочной кривой въ видѣ полукруга соотвѣтствуетъ безконечно большая величина нагрузки надъ опорами или, другими словами, веревочная кривая не можетъ имѣть форму полукруга.

Ур. (7) весьма удобно для опредѣленія кривой нагрузокъ для дуги круга. Чтобы получить высоту z нагрузки, соотвѣтствующую точкѣ a, наносимъ данную высоту нагрузки въ замкѣ (z_0) на продолженіи радіуса ab, проводимъ черезъ a вертикальную прямую, а черезъ b—перпендикуляръ къ радіусу, который пересѣчетъ вертикальную прямую въ c; проводимъ черезъ c горизонтальную cd и черезъ d перпендикуляръ de къ радіусу; тогда $ae = z$, такъ какъ $\overline{ac} = \frac{ab}{Cos\ \tilde{\imath}}$, $\overline{ad} = \frac{ab}{Cos^2\ \tilde{\imath}}$ и $\overline{ae} = \frac{ab}{Cos^3\ \tilde{\imath}} = \frac{z_0}{Cos^3\ \tilde{\imath}}$

Изъ этого видно, что форма кривой нагрузокъ зависитъ отъ данной величины z_0 и отъ радіуса. Отношеніе $\frac{r}{z_0}$ называется модулемъ. При небольшой вышинѣ нагрузки въ замкѣ, напр. при $\frac{r}{z_0} = 10$, кривая нагрузокъ до угла въ 30^0 приблизительно концентрична съ дугой круга: при большихъ высотахъ нагрузокъ, напр. при $\frac{r}{z_0} = 3$, она по срединѣ (въ предѣлахъ угла въ 30^0) почти горизонтальна. Слѣдовательно, при нагрузкѣ, ограниченной сверху прямою, причемъ $\frac{r}{z_0}$ близко къ 3, можно принять плоскую арочку за веревочную кривую.

Веревочная кривая, какъ и многоугольникъ равнодѣйствующихъ, совершенно опредѣлена, если для нея даны три элемента; въ такомъ случаѣ, слѣдовательно, возможно ея графическое построеніе. Этими тремя элементами служатъ обыкновенно три точки, черезъ которыя кривая должна проходить; вмѣсто нихъ, впрочемъ, можно задаться величиной, направленіемъ и точкой приложенія сопротивленія одной изъ опоръ или одной изъ среднихъ силъ. Какъ мы увидимъ далѣе, всего цѣлесообразнѣе задаваться тремя точками: двумя—на опорахъ и одною—гдѣ либо на пути кривой. Покажемъ здѣсь построеніе многоугольника равнодѣйствующихъ по тремъ точкамъ; изъ него уже легко получить веревочную кривую.

Пусть данъ сводъ, симметричный относительно вертикальной оси, нагруженный также симметрично относительно этой оси (фиг. 7). При этихъ условіяхъ, сообразно предыдущему, веревочная кривая будетъ также симметрична относительно этой оси и, слѣдовательно, часть ея въ замкѣ, при плавной формѣ кривой будетъ горизон-

*) Schwedler. Theorie der Stützlinie. Zeitschr. für Bauw. 1859, стр. 109. Ritter. Lehrbuch der Ingenieur-Mechanik. Hannover. 1876, стр. 335.

тальна. По этой же причинѣ достаточно ограничиться построеніемъ одной половины кривой. Для нея мы имѣемъ три данныхъ—двѣ точки C и A, которыми мы задались заранѣе и горизонтальное направленіе кривой въ замкѣ. Пусть поверхность нагрузокъ будетъ $abnm$ и многоугольникъ равнодѣйствующихъ, по сказанному, долженъ проходить черезъ точки A и C, имѣя притомъ въ C горизонтальное направленіе. Построеніе производится слѣдующимъ образомъ: Раздѣляемъ поверхность нагрузокъ на произвольное число вертикальныхъ отрѣзковъ; вѣсъ каждаго отрѣзка $g_1, g_2 \ldots$ выразится въ видѣ произведенія площади этого отрѣзка на единицу измѣренія, нормальнаго къ плоскости чертежа и на относительный вѣсъ нагрузки (въ частномъ случаѣ удѣльный вѣсъ).

Точки приложенія найденныхъ вѣсовъ будутъ въ центрахъ тяжести $s_6, s_5, s_4, \ldots s_1$ отрѣзковъ. Вѣса $g_6, g_5, g_4 \ldots g_1$ наносимъ на многоугольникъ силъ $\alpha\beta\gamma \ldots \eta$ и горизонтальную силу H, дѣйствующую въ C, сначала принимаемъ равною произвольной величинѣ $O_1\alpha$. Слагая ее съ g_6, получимъ равнодѣйствующую $O_1\beta$, проходящую черезъ точку пересѣченія VI_1 силъ H_1 и g^6. Дальнѣйшее сложеніе этой и послѣдующихъ равнодѣйствующихъ съ $g_5, g_4 \ldots g$, даетъ многоугольникъ $VI_1, V_1, IV_1 \ldots I_1$, означенный на фиг. 7 пунктиромъ (точка съ чертой). Многоугольникъ этотъ не проходитъ черезъ точку A, согласно заданію, слѣдовательно, онъ не есть истинный. Чтобы получить таковой, воспользуемся тѣмъ, что многоугольникъ силъ есть веревочный многоугольникъ и поступаемъ обыкновеннымъ порядкомъ; построеніе легко понятно изъ чертежа. Такъ какъ равнодѣйствующая въ C горизонтальна, то оба полюса, какъ первоначальнаго, такъ и истиннаго многоугольниковъ силъ будутъ лежать на горизонтальной прямой $O\alpha$, слѣдовательно линія, соединяющая полюсы, горизонтальна; оба многоугольника проходятъ черезъ точку C, въ которой, слѣдовательно и пересѣкаются обѣ первыя стороны веревочныхъ многоугольниковъ. Поэтому и всѣ соотвѣтствующія стороны многоугольниковъ будутъ пересѣкаться на горизонтальной, проходящей черезъ точку C, линіи CL. Слѣдующая за g, сторона истиннаго многоугольника равнодѣйствующихъ должна по предположенію проходить черезъ A и кромѣ того черезъ точку c пересѣченія линіи CL. съ слѣдующей за g_1 стороной первоначальнаго многоугольника. Такимъ образомъ AC будетъ сторона истиннаго многоугольника. Сторона веревочнаго многоугольника между g_1 и g_2 проходитъ черезъ I и, по предыдущему, черезъ d, слѣдовательно она будетъ I II d. Такимъ образомъ опредѣлятся и остальныя стороны истиннаго многоугольника. Соотвѣтствующее значеніе H найдется, проведя черезъ η прямую паралельно къ Ac и опредѣля ея пересѣченіе O съ горизонтальной прямой проходящей черезъ α. Тогда $O\alpha = H$; кромѣ того O есть полюсъ многоугольника равнодѣйствующихъ. Величины отдѣльныхъ равнодѣйствующихъ выражаются соотвѣтствующими лучами $O\alpha$, $O\beta$, $O\gamma \ldots$ При произвольной формѣ свода и при произвольной нагрузкѣ (рис. 8) не достаточно построить одну половину кривой, но слѣдуетъ разсматривать всю арку. Опредѣленіе многоугольника равнодѣйствующихъ по тремъ заранѣе выбраннымъ точкамъ, производится слѣдующимъ образомъ:

Пусть нагрузки будутъ $g_1, g_2, g_3 \ldots g_5$; сначала строимъ многоугольникъ силъ $\alpha\beta\gamma\delta\varepsilon\xi$ и, произвольно избравъ полюсъ O_1 строимъ веревочный многоугольникъ. проходящій черезъ одну изъ данныхъ точекъ, напр. черезъ A (A_{123456}). Такъ какъ онъ не пройдетъ черезъ другую точку C и, слѣдовательно, не есть истинный, то беремъ новый полюсъ O_2, проводимъ черезъ A линію паралельную къ O_1O_2 и строимъ новый веревочный многоугольникъ, какъ сказано выше. Для упрощенія беремъ полюсъ O_2 на одной вертикальной линіи съ O_1; тогда общее мѣсто пересѣченій соотвѣтственныхъ сторонъ построеннаго и искомаго веревочныхъ многоугольниковъ будетъ проходящая черезъ A вертикальная AV.

Такимъ образомъ получаемъ новый многоугольникъ, начиная со стороны C, показанный пунктиромъ $A\,1'2'3'4'5'6'$, проходящій черезъ A и C. Точки пересѣченія соотв. сторонъ обоихъ многоугольниковъ лежатъ на линіи которая паралельна прямой, соединяющей истинный полюсъ съ O_2. Линія эта во всякомъ случаѣ проходитъ черезъ A, такъ какъ въ точкѣ A пересѣкаются двѣ соотвѣтствующихъ стороны многоугольниковъ и на томъ же основаніи проходитъ и черезъ C, слѣдовательно она будетъ прямая AC. Поэтому проводимъ AC, находимъ точку e ея пересѣченія съ стороною пунктирнаго многоугольника, слѣдующею за g_5, соединяемъ e съ B; тогда eB будетъ послѣдняя сторона истиннаго многоугольника. Дальнѣйшее построеніе совершенно аналогично съ описаннымъ для симметричнаго свода съ симметрично расположенной нагрузкой и даетъ окончательно истинный многоугольникъ A I II III C IV V B. Теперь уже не трудно найти истинный полюсъ O. Проводимъ черезъ O_2 прямую паралельно къ AC и черезъ ζ паралельную къ Be; точка пересѣченія этихъ прямыхъ и будетъ полюсъ O.

Можно поступить и иначе—найти этотъ полюсъ сейчасъ по опредѣленію Be и затѣмъ уже строить многоугольникъ равнодѣйствующихъ обыкновеннымъ путемъ, проводя первую сторону черезъ A.

При практическомъ примѣненіи описаннаго способа надо еще имѣть въ виду слѣдующее: нагрузка изображается площадью, относительный вѣсъ которой во всѣхъ ея точкахъ совершенно одинаковъ. Данныя же нагрузки могутъ не имѣть одинаковаго удѣльнаго вѣса и должны быть сначала приведены къ таковому; всего удобнѣе для этого выбрать уд. вѣсъ матеріала свода. Тогда нагрузки изобразятся въ видѣ кладки изъ этого матеріала.

Цилиндрическіе и сомкнутые своды.

Разрушеніе свода можетъ произойти:

1) Вращеніемъ какой либо его части вокругъ внутренняго или наружнаго ребра;

2) скольженіемъ части свода по шву, отдѣляющему ее отъ смежной части и

3) раздробленіемъ матеріала свода въ наиболѣе напряженной части.

Если извѣстно положеніе кривой давленія, то легко рѣшить всѣ вопросы, касающіеся устойчивости даннаго свода. Но точное опредѣленіе этого положенія, возможное лишь при помощи теоріи упругости, сопровождается весьма сложными вычисленіями. Поэтому ознакомимся здѣсь только съ условіями устойчивости сводовъ и найдемъ тѣ предѣлы, между которыми должна лежать кривая давленія.

Если сводъ (фиг. 9) долженъ быть устойчивъ, то кривая давленія должна на всемъ своемъ протяженіи лежать въ кладкѣ свода.

Если равнодѣйствующая R всѣхъ силъ, дѣйствующихъ по одну сторону какого либо сѣченія NO, пересѣкаетъ продолженіе этого сѣченія, положимъ, въ точкѣ b, то сила R имѣетъ относительно O моментъ $M = Re$, стремящійся вращать часть свода, лежащую выше NO, кругомъ ребра O. Вращеніе это можетъ быть уничтожено лишь другою, противуположною силою W (показанною на фиг. 9 пунктиромъ), моментъ которой относительно O былъ бы равенъ предыдущему и этою силою можетъ быть только сопротивленіе волоконъ матеріала свода разрыву. Но такой силы не существуетъ, такъ какъ матеріалъ свода (пренебрегая сцѣпленіемъ раствора) сопротивленіемъ разрыву не обладаетъ. Слѣдовательно, въ данномъ случаѣ часть, лежащая выше ON должна вращаться около O и обрушиться. Поэтому дѣйствіе силы R можетъ быть уничтожено лишь тогда, когда она не выходитъ изъ предѣловъ сѣченія ON, вызывая такимъ образомъ въ волокнахъ послѣдняго одно лишь сжатіе; другими словами, пересѣченіе кривой давленія съ произвольнымъ сѣченіемъ ON, должно находиться въ предѣлахъ послѣдняго, т. е. кривая давленія не должна выходить изъ свода.

Здѣсь можно съ достаточной для практики точностью воспользоваться уравненіями, опредѣляющими напряженія въ прямыхъ балкахъ, подверженныхъ дѣйствію продольныхъ силъ и поэтому напряженіе волоконъ какого либо сѣченія, отстоящихъ на величину z отъ его центра тяжести, будетъ

$$N = \frac{P}{F}\left(1 + \frac{F\xi z}{J}\right)$$

Въ данномъ случаѣ сѣченіе имѣетъ видъ прямоугольника, вышина котораго $= d$, а ширина (нормальная къ плоскости чертежа) $= 1$; слѣдовательно $F = d \,.\, 1$, $J = \frac{d^3}{12}$ и

$$N = \frac{P}{d}\left(1 + \frac{12\,\xi z}{d^2}\right) \;\ldots\ldots\ldots (8)$$

Такъ какъ P должно соотвѣтствовать сжатію и есть величина положительная, то и положительныя значенія N означаютъ сжатіе, а отрицательныя—вытягиваніе. При положеніи силы N, показанномъ на фиг. 10, наибольшее сжатіе N_{max} будетъ въ волокнахъ U, для которыхъ z имѣетъ наибольшее свое значеніе $z = \frac{d}{2}$; наи-

меньшее сжатіе N_{min} будетъ въ волокнахъ V, гдѣ значеніе z наименьшее $z = -\frac{d}{2}$. Поэтому

$$\left.\begin{aligned} N_{max} &= \frac{P}{d}\left(1+\frac{12\;\xi\;d}{2\;d^2}\right)=\frac{P}{d}\left(1+\frac{6}{d}\right) \text{ и} \ldots \\ N_{min} &= \frac{P}{d}\left(1-\frac{6}{d}\right) \ldots \end{aligned}\right\} (9)$$

$N_{min} = O$, когда $1 - \frac{6}{d} = O$, т. е. когда $= \frac{d}{6}$

Слѣдовательно, въ наименѣе сжатомъ волокнѣ V напряженіе будетъ равно нулю, если равнодѣйствующая пересѣкаетъ сѣченіе на высотѣ $\frac{d}{6}$ надъ его центромъ тяжести. Если сила P или, что все равно, кривая давленія пересѣкаетъ сѣченіе ниже O, то, какъ видно изъ уравн. (8), замѣнивъ $+$ черезъ $-c$, наибольшее сжатіе будетъ въ V, а наибольшее вытягиваніе—въ U. Поэтому напряженіе въ U будетъ $= O$, если кривая давленія пересѣкаетъ сѣченіе на разстояніи $\frac{d}{6}$ ниже центра тяжести.

N_{max} и N_{min} являются съ одинаковыми знаками при тѣхъ значеніяхъ ξ, при которыхъ единовременно

$$1 + \frac{6}{d} > O \text{ и } 1 - \frac{6}{d} > O, \text{ т. е.}$$

$$\text{при } > -\frac{d}{6} \text{ и } < +\frac{d}{6}$$

Слѣдовательно до тѣхъ поръ, пока кривая давленія пересѣкаетъ сѣченія на пространствѣ ихъ внутренней трети, N_{max} и N_{min} будутъ съ однимъ и тѣмъ же знакомъ, т. е. во всемъ сѣченіи будетъ существовать одно лишь сжатіе.

Напротивъ, при $> \frac{d}{6}$ появляется вытягиваніе и тогда уже ур. (1) не примѣнимо, такъ какъ оно выведено въ томъ предположеніи, что все сѣченіе подвергается напряженію; здѣсь же нѣкоторыя части его подвергаются вытягиванію, которому они, по предположенію, сопротивленія оказать не могутъ.

Примѣняя здѣсь уравненія, выведенныя для прямолинейныхъ брусьевъ, мы найдемъ, что если, напр. кривая давленія пересѣкаетъ сѣченіе внѣ его внутренней трети, на какомъ либо разстояніи c отъ ближайшихъ крайнихъ волоконъ, до давленіе P будетъ распространяться лишь на ширину $3c$, и наибольшее давленіе будетъ вдвое болѣе, чѣмъ при равномѣрномъ его распредѣленіи.

Слѣдовательно, въ этомъ случаѣ $N_{max} = \frac{2P}{3c}$

Обозначивъ наибольшее допускаемое сопротивленіе единицы площади матеріала свода сжатію черезъ k (въ килогр.), можемъ опредѣлить предѣлъ приближенія кривой давленія къ внутренней или наружной поверхности свода, а именно: $k = \frac{2P}{3c}$, откуда $c =$

$$= \frac{2P}{3k} \ldots\ldots (10)$$

Такимъ образомъ, для обезпеченія матеріала свода отъ раздавливанія мы имѣемъ слѣдующее условіе: кривая давленія не должна подходить къ внутренней или наружной поверхности свода ближе, чѣмъ на величину $\frac{2P}{3k}$ и наибольшее сжатіе не должно при этомъ превышать k.

Такъ какъ величина P различна для различныхъ точекъ свода, то и значенія c, соотвѣтствующія этимъ точкамъ, будутъ различны, Обыкновенно можно ограничиться опредѣленіемъ наибольшей величины P при опорахъ и найденную при этомъ величину c принять постоянною для всего свода. Такимъ образомъ легко вычертить двѣ кривыхъ, въ предѣлахъ между которыми должна находиться кривая давленія.

Чтобы любая точка каждаго сѣченія подвергалась исключительно сжатію, необходимо, чтобы равнодѣйствующая, соотвѣтствующая этому сѣченію, пересѣкала его во внутренней его трети, другими словами, чтобы вся кривая давленія не выходила изъ внутренней трети свода.

Мы выше сказали, что разрушеніе свода можетъ произойти еще вслѣдствіе скольженія какой либо его части вдоль сосѣдней. Пусть равнодѣйствующая всѣхъ силъ, дѣйствующихъ въ части свода выше шва UV (фиг. 11) равна R; тогда равновѣсіе будетъ существовать, если въ этомъ швѣ существуетъ ей равная и противуположная сила. Разлагаемъ R на составляющія $P = R\cos\gamma$ и $T = R\sin\gamma$; сила P будетъ, если точка приложенія ея не слишкомъ близка къ поверхности свода, уничтожаться продольными напряженіями волоконъ сѣченія, а сила T—треніемъ въ швѣ UV. Обозначивъ коэффиціентъ тренія черезъ f, будемъ имѣть величину тренія $W = fP = fR\cos\gamma$. Болѣе этой величины тренія быть не можетъ, слѣдовательно, устойчивость относительно скольженія возможна лишь при условіи $T \leq fR\cos\gamma$, или $R\sin\gamma \leq f\cos\gamma$ и $tg\,\gamma \leq f$.

Обозначивъ уголъ тренія черезъ φ, имѣемъ $f = tg\,\varphi$ и отсюда условное уравненіе будетъ

$$tg\,\gamma \leq tg\,\varphi \text{ или } \gamma \leq \varphi \ldots\ldots (10a)$$

Если γ сдѣлается болѣе угла тренія, сила T уже не можетъ уничтожиться и произойдетъ скольженіе разсматриваемой части.

Приведенныя разсужденія пригодны и для того случая, если R уклоняется подъ угломъ γ вверхъ отъ нормали къ шву, но въ такомъ случаѣ скольженіе уже будетъ происходить въ обратную сторону. Такъ какъ это справедливо и для всякаго другого сѣченія, то отсюда вытекаетъ слѣдующій законъ: для устойчивости свода противъ скольженія уголъ между многоугольникомъ равнодѣйствующихъ и нормалью къ сѣченію нигдѣ не долженъ превышать угла тренія матеріала свода.

Въ большинствѣ случаевъ можно безъ особой погрѣшности въ этомъ правилѣ замѣнить многоугольникъ равнодѣйствующихъ кривою давленія.

Коэффиціентъ f тренія можно принять въ предѣлахъ отъ 0,6 до 0,75, соотвѣтствующихъ $\varphi = 31$ до $37°$. При свѣжемъ растворѣ f можетъ уменьшиться до 0 51 и, слѣд., φ — до $27°$. Однако касательныя къ кривой давленія рѣдко образуютъ столь значительныя углы съ нормалями къ швамъ, такъ что, по крайней мѣрѣ. при обыкновенной, не особенно пологой формѣ сводовъ, рѣдко приходится производить повѣрку противъ скольженія. По вышесказанному, статика сама по себѣ не въ состояніи опредѣлить точное положеніе кривой давленія въ сводѣ. Покажемъ теперь, какимъ образомъ можно доказать устойчивость свода, не прибѣгая къ теоріи упругости и для этого сначала предположимъ абсолютно твердый матеріалъ свода.

Пусть дана половина симметрическаго свода, нагруженнаго также симметрично (фиг. 12), подверженная кромѣ вертикальныхъ давленій G еще горизонтальному распору H въ замкѣ; за точку приложенія распора H примемъ произвольную точку C. Если при этомъ принять, что кривая давленія пересѣкаетъ опорную плоскость въ точкѣ A, то равнодѣйствующая силъ G и H должна также пройти черезъ точку A и моментъ ея относительно этой точки равенъ нулю. Но мы знаемъ, что статическій моментъ равнодѣйствующей равенъ алгебраической суммѣ моментовъ составляющихъ, слѣдовательно

$$O = Hh - Gg \text{ и } H = \frac{G\,g}{h}$$

Этимъ предположеніямъ соотвѣтствуетъ совершенно опредѣленная кривая давленія CEA, показанная на фиг. 12.

Если, сохраняя прежнее положеніе точки C, принять точку A' за пересѣченіе кривой давленія съ опорою, то получимъ $H' = \frac{Gg'}{h'}$ и этому предположенію будетъ соотвѣтствовать пунктирная кривая $CE'A'$. Такъ какъ $\frac{g^1}{h^1} 7 \frac{g}{h}$, то и $H' > H$. Изъ этого видно, что увеличенію горизонтальнаго распора соотвѣтствуетъ болѣе пологая форма кривой давленія и обратно, при уменьшеніи распора кривая приметъ болѣе крутой изгибъ. Очевидно, что при одномъ и томъ же положеніи точки C приложенія горизонтальнаго распора въ замкѣ можно построить произвольное число кривыхъ давленія, не выходящихъ изъ свода и поэтому связанныхъ съ его устойчи-

востью. При этомъ наименьшему значенію H будетъ соотвѣтствовать именно та изъ кривыхъ, которая (CFA на фиг. 13) въ какой либо точкѣ коснется внутренней поверхности свода, такъ какъ при дальнѣйшемъ уменьшеніи распора кривая вышла бы изъ свода. Но такъ какъ положеніе точки C нами выбрано произвольно, то мы можемъ его измѣнить, взявъ точку C' выше первоначальной C, причемъ вся кривая на ту же величину передвинется паралельно сама себѣ. Теперь является возможность еще далѣе уменьшить распоръ— до тѣхъ поръ, пока кривая давленія не коснется какъ внутренней, такъ и наружной плоскостей свода, принявъ форму $C'E'F'A'$. Дальнѣйшее уменьшеніе распора и слѣдовательно новое перемѣщеніе кривой уже невозможно ни въ ту, ни въ другую сторону, такъ какъ она при этомъ вышла бы изъ свода.

Слѣдовательно, кривая $C'E'F'A'$ соотвѣтствуетъ наименьшему распору и характеризуется тѣмъ, что она имѣетъ двѣ точки общихъ съ поверхностями свода, причемъ точка касанія ея къ наружной поверхности свода лежитъ выше точки касанія къ внутренней его поверхности.

Въ пологихъ сводахъ наружная точка касанія лежитъ обыкновенно въ замкѣ, а внутренняя—въ опорной плоскости.

Такимъ же образомъ получимъ кривую давленія $C''\ F''\ E''\ A''$, соотвѣтствующую наибольшему распору H (фиг. 14), у которой наружная точка касанія E'' лежитъ далѣе внутренней точки F''.

Въ пологихъ сводахъ точка F'' будетъ находиться въ замкѣ, а E''—въ опорной плоскости.

На фиг. 15 кривая CA соотвѣтствуетъ наименьшему, а $C'\ A'$— наибольшему распору. Соотвѣтствующія величины послѣдняго будутъ

$$H_{\text{min.}} = \frac{Gg}{h} \text{ и } H_{\text{max.}} = \frac{G'\ g'}{h'} \ldots\ldots\ldots\ldots (11).$$

Слѣдовательно, хотя мы и не можемъ точно опредѣлить истинную величину распора и истинное положеніе кривой давленія посредствомъ однихъ лишь уравненій равновѣсія, все-таки мы можемъ найти предѣлы какъ для величины H, такъ и для положенія кривой давленія. Если сводъ настолько тонокъ, что обѣ предѣльныхъ кривыхъ совпадаютъ въ одну, то это и будетъ единственная возможная кривая, такъ какъ H не можетъ быть ни болѣе $H_{\text{max.}}$, ни менѣе H_{min}. Слѣдовательно это и будетъ истинная кривая и малѣйшее измѣненіе распора въ ту или другую сторону вызоветъ обрушеніе свода. Равновѣсіе такого свода можно назвать безразличнымъ. Для симметричныхъ сводовъ такое положеніе наступаетъ тогда, когда кривая давленія въ каждой изъ симметричныхъ половинъ свода имѣетъ три общихъ точки съ его поверхностями (фиг. 16).

Если же предѣльныя кривыя не совпадаютъ, то возможно, въ предѣлахъ между ними, нѣкоторое число кривыхъ и чѣмъ эти предѣлы обширнѣе, тѣмъ больше число возможныхъ измѣненій величины распора, не влекущихъ за собою обрушенія свода, другими словами, тѣмъ устойчивѣе послѣдній. Слѣдовательно сводъ будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе разность $H_{\text{max.}}—H_{\text{min.}}$ и поэтому для опредѣленія степени устойчивости свода достаточно построить предѣльныя кривыя.

Всѣ наши разсужденія были произведены въ предположеніи абсолютно-твердаго матерьяла свода и поэтому мы получили возможность касанія кривой давленія къ поверхностямъ сводовъ. Въ дѣйствительности же, какъ мы видѣли ранѣе, кривая давленія не должна подходить къ этимъ поверхностямъ ближе, чѣмъ на величину $c = \frac{2}{3}\frac{P}{K}$; при касаніи же кривой въ какой-либо точкѣ къ поверхности свода для этой точки было бы $c = O$ и, и такъ какъ

$$N_{\text{max.}} = \frac{2}{3}\frac{P}{c}, \text{ то здѣсь получилось бы } N_{\text{max.}} = \frac{2}{3}\frac{P}{O} = \infty.$$

Поэтому условіемъ наивыгоднѣйшей устойчивости свода будетъ, чтобы кривыя давленія при наибольшемъ и наименьшемъ распорахъ отстояли бы отъ поверхностей свода не менѣе, какъ на величину $\frac{2}{3}\frac{P}{K}$ и чтобы разстояніе между обѣими кривыми было въ данныхъ предѣлахъ наибольшее. Если обѣ кривыя не выходятъ изъ внутренней трети свода, то это еще выгоднѣе для устойчивости.

Мы видѣли ранѣе, что для обезпеченія свода противъ скольженія уголъ между касательной къ кривой давленія во всякой ея точкѣ и нормалью къ соотвѣтствующему шву не долженъ быть болѣе угла тренія; слѣдовательно этому условію должны удовлетворять и обѣ предѣльныя кривыя. Если кривая давленія при наибольшемъ распорѣ (фиг. 17), построенная описаннымъ способомъ, образуетъ въ какой либо точкѣ O уголъ γ большій, чѣмъ η, то слѣдуетъ, уменьшая H и придавая такимъ образомъ кривой болѣе крутой изгибъ, уменьшить величину γ, пока она не сдѣлается $= \eta$.

Слѣдовательно здѣсь кривою для наибольшаго распора будетъ изъ всѣхъ возможныхъ кривыхъ именно та, которая въ самой невыгодной точкѣ удовлетворяетъ условію $\gamma = \eta$. Точно также предѣльною кривою для наименьшаго распора будетъ та (фиг. 17) для которой $\gamma' = \varphi$.

Изъ изложеннаго слѣдуетъ, что примѣненіе однихъ законовъ статики къ теоріи сводовъ не даетъ точныхъ формулъ для опредѣленія толщины сводовъ. Точная величина и направленіе равнодѣйствующей въ каждомъ швѣ остаются неизвѣстными и можно найти только предѣлы, между которыми могутъ измѣняться величина и направленіе этой равнодѣйствующей, не вызывая ни опрокидыванія, ни скольженія, ни раздробленія свода. Въ обыкновенныхъ, болѣе или менѣе простыхъ случаяхъ гражданской архитектуры этимъ можно ограничиться; поэтому если не желаемъ воспользоваться теоріею упругости, то для практическихъ цѣлей достаточно точенъ слѣдующій пріемъ:

Сначала задаемся толщиною свода по существующимъ для этого эмпирическимъ формуламъ и вычерчиваемъ сводъ. Затѣмъ опредѣляемъ приблизительно $H_{\text{max.}}$ и P_{max}, находимъ отсюда $c = \frac{2}{3}\frac{P_{\text{max}}}{K}$, проводимъ двѣ кривыхъ на разстояніи c отъ поверхностей свода и строимъ между этими кривыми предѣльныя кривыя давленія для наибольшаго и наименьшаго распоровъ. Если эти кривыя не совпадаютъ и разница между соотвѣтствующими имъ $H_{\text{max.}}$ и $H_{\text{min.}}$ не особенно мало, то сводъ можно считать обезпеченнымъ противъ опрокидыванія и раздавливанія. Остается еще убѣдиться, что углы между касательными къ кривымъ и нормалями къ швамъ нигдѣ не превосходятъ величину φ и, если гдѣ либо $\gamma > \varphi$, то измѣнить, какъ сказано выше, кривую давленія. Чтобы получить достаточно большое значеніе c, задаемся возможно большой величиной P, которую получимъ, опредѣливъ распоръ для кривой давленія, проходящей черезъ нижнюю точку замковаго шва и верхнюю точку шва въ опорѣ и сложивъ найденный распоръ съ нагрузкой одной половины свода въ равнодѣйствующую P. Найденное такимъ образомъ значеніе P во всякомъ случаѣ болѣе истиннаго, а слѣдовательно нельзя опасаться, что величина c окажется слишкомъ малою.

Крестовые своды.

Кладка крестовыхъ сводовъ можетъ быть произведена двоякимъ образомъ — или такъ, чтобы швы ея въ пятахъ были параллельны стѣнамъ (прямая кладка) — или такъ, чтобы эти швы были нормальны (или почти нормальны) къ діагоналямъ свода (кладка ёлкой).

Статическія условія равновѣсія въ обоихъ случаяхъ различны.

Разсмотримъ тотъ и другой случай въ примѣненіи къ покрытію крестовымъ сводомъ квадратнаго помѣщенія; примѣненіе же выведенныхъ результатовъ къ иной формѣ плана не представляетъ никакихъ затрудненій.

1. Случай прямой кладки.

Для простоты разсчета примемъ, что нагрузка равномѣрно распредѣлена по горизонтальной проекціи свода и опредѣлимъ наибольшій и наименьшій горизонтальные распоры.

Разлагаемъ каждую четверть свода посредствомъ вертикальныхъ плоскостей, нормальныхъ къ оси свода, на отдѣльныя полосы; каждая такая полоса будетъ имѣть въ планѣ форму трапеціи. Разсмотримъ одну изъ такихъ полосъ EF (фиг. 18), находящуюся на разстояніи w отъ центра S и имѣющую ширину dw. Нагрузка этой полосы будетъ на единицу длины равна qdw и горизонтальный распоръ, соотвѣтствующій стрѣлѣ f кривой давленія будетъ

$$dh = \frac{qx^2 dw}{2f}$$

Такъ какъ $x = w$, то $dw = dx$ и $dh = \frac{qx^2 dx}{2f}$

Точка E представляетъ собою опору дугъ EF и EG; сила, передающаяся въ этой точкѣ обѣими дугами діагонали свода имѣетъ горизонтальную составляющую dh и вертикальную $dv = qx\,dw = qx\,dx$.

Вертикальныя составляющія обѣихъ силъ давленія въ опорахъ соединяются въ точкѣ E въ одну вертикальную силу $v_1 = 2\,dv = 2\,qx\,dx$, дѣйствующую на діагональ; горизонтальныя же составляющія разлагаются, какъ показано на фиг. 19, каждая на силу, направленіе которой совпадаетъ съ направленіемъ діагонали AC и на другую силу, нормальную къ первой. Послѣднія силы взаимно уничтожаются, а первыя слагаются вмѣстѣ, такъ что

$$h_1 = 2\,dh\,Sin\,45^\circ = \frac{gx^2\,dx}{2\,f}\,2\,Sin\,45^\circ = \frac{qx^2\,dx}{f\sqrt{2}} \quad .\ .\ .\ .\ 12)$$

Если кривизна всѣхъ четырехъ отрѣзковъ свода одинакова, то всякая полоска или элементъ свода, выбранный въ любомъ мѣстѣ, будетъ имѣть одно и тоже уравненіе равновѣсія и поэтому будетъ достаточно, если мы опредѣлимъ устойчивость крайняго, наиболѣе напряженнаго элемента, что дѣлается также, какъ и въ цилиндрическомъ сводѣ. Въ особенности важны условія, въ которыхъ находятся діагонали, представляющія собою опоры всѣхъ четырехъ отрѣзковъ.

Въ отдѣльныхъ точкахъ E діагонали подвержены вертикальнымъ и горизонтальнымъ усиліямъ. Вертикальныя силы $v = qx\,dx$ равны вѣсу заштрихованныхъ полосокъ фиг. 18. Общее вертикальное усиліе, передаваемое углу A свода $ABCD$ будетъ поэтому

$$V = \Sigma_0^a\,(v) = \int_0^a 2\,qx\,dx = qa^2\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (13)$$

т. е. равно вѣсу одной четверти горизонтальной проекціи свода.

Горизонтальное усиліе, передаваемое угловой точкѣ A составляется изъ двухъ частей. Первая часть его есть сумма отдѣльныхъ h_1, дѣйствующихъ на участкѣ $S\,A$; обозначивъ эту часть черезъ H_1, имѣемъ

$$H_1 = \int_{x=0}^{x=a} \frac{qx^2\,dx}{f\sqrt{2}}$$

Въ этомъ выраженіи f есть перемѣнная величина. Веревочные многоугольники или кривыя, соотвѣтствующія отдѣльнымъ элементамъ, будутъ представлять собою параболы вслѣдствіе равномѣрнаго распредѣленія нагрузки по горизонтальной проекціи свода и можно принять, что всѣ элементы имѣютъ одинъ и тотъ же многоугольникъ (кривую).

Тогда, если C есть подлежащая опредѣленію постоянная величина, будемъ имѣть $x^2 = C\,f$ и слѣд. $f = \frac{x^2}{C}$, а слѣдов. $h_1 = \frac{Cq\,x^2\,dx}{x^2\sqrt{2}} = \frac{Cq\,dx}{\sqrt{2}}$, т. е. величина постоянная для всѣхъ элементовъ. Означивъ черезъ C подъемъ веревочной кривой въ крайнемъ элементѣ $a^2 = Cc$ и $C = \frac{a^2}{c}$,

$$h_1 = \frac{qa^2\,dx}{C\sqrt{2}} \text{ и } H_1 = \frac{qa^2}{c\sqrt{2}}\int_0^a dx = \frac{qa^3}{c\sqrt{2}}\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (14)$$

Вторая часть горизонтальнаго усилія есть тотъ горизонтальный распоръ, который вызывается въ замкѣ вертикальными нагрузками. Его можно выразить, составивъ уравненіе статическихъ моментовъ для опорной точки J веревочной кривой на діагонали. Если эта точка лежитъ на величину e выше точки d, въ которой встрѣчаются на діагонали обѣ веревочныхъ кривыхъ, соотвѣтствующихъ крайнимъ элементамъ, то уравненіе статическихъ моментовъ будетъ слѣдующее (фиг. 20):

$$O = H_2\,(c - e) + \int h_1\,(c - f - e) - \int v\,\eta.$$

Равнодѣйствующая всѣхъ вертикальныхъ усилій равна qa^2; вертикальныя нагрузки возрастаютъ отъ S къ A соотвѣтственно ординатамъ прямой, такъ какъ нагрузка $v = 2\,qx\,dx = 2\,q\,\frac{\xi}{\sqrt{2}}\,\frac{d\,\xi}{\sqrt{2}} = q\,\xi\,d\,\xi$, и слѣдовательно на единицу длины $v = \frac{v}{d\,\xi} = q\,\xi$.

При $\xi = o$, $v' = o$; при $\xi = a\sqrt{2}$, $v' = qa\sqrt{2}$.

Треугольникъ mno даетъ это распредѣленіе грузовъ. Поэтому

$$\int v\,\eta = \frac{qa\sqrt{2}\ \ a\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{a\sqrt{2}}{3} = \frac{qa^3\sqrt{2}}{3}$$

Вводя сюда значеніе h, изъ ур. (18), имѣемъ

$$O = H_2\,(c - e) + \frac{g}{\sqrt{2}}\int_0^a \frac{x^2\,dx}{f}\,(c - f - e) - \frac{qa^3\sqrt{2}}{3}$$

Но $F = \frac{x^2}{C} = \frac{x^2}{a^2}\,c$. Подставляя послѣднюю величину въ предыдущее выраженіе, имѣемъ послѣ нѣкоторыхъ преобразованій

$$H_1 = \frac{qa^3}{\sqrt{2}}\cdot\frac{e}{c\,(c - e)}\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ (15)$$

Когда $e = o$, другими словами — если веревочная кривая проходитъ черезъ точку L, имѣемъ $H_2 = O$. Слѣдовательно все горизонтальное усиліе, передаваемое углу будетъ равно

$$H = H_1 + H_2 = \frac{qa^3}{c\sqrt{2}}\left(1 + \frac{e}{c - e}\right) = \frac{qa^3}{(c-e)\sqrt{2}} \quad (16)$$

При $e = o$, $H' = \frac{qa^3}{c\sqrt{2}} = H_1$.

Такъ какъ высота подъема $c - e$ веревочной кривой можетъ быть заранѣе предположена въ опредѣленныхъ границахъ, то сообразно ей можно получить различныя величины для H и такимъ образомъ уже можно безъ труда опредѣлить обыкновеннымъ путемъ $H_{max.}$ и $H_{min.}$ для діагонали.

Графическое изслѣдованіе условій устойчивости крестоваго свода можетъ быть произведено слѣдующимъ путемъ:

Разлагаемъ (фиг. 22) одну изъ четвертей свода, вертикальными плоскостями, нормальными къ ея оси, на нѣкоторое число полосокъ или элементовъ равной ширины — $A\,E_{II}\,F_{II}\,B$, $E_{II}\,E_I\,F_I\,F_{II}$, $E_I\,E\,F\,F_1$ . . . . и строимъ для линій $J\,K$, $J_1\,K_1$, $J_{II}\,K_{II}$ . . . . , проходящихъ черезъ центры тяжестей этихъ полосокъ, веревочныя кривыя, принимая для каждой по три точки. Пусть нагрузка ограничена снизу (фиг. 21) внутренней поверхностью свода, а сверху какою либо наклонною прямою. Если кривизна всѣхъ элементовъ одинакова, то построеніе веревочной кривой и многоугольника равнодѣйствующихъ для крайняго элемента съ осью центра тяжести $J_{III}\,K_{III}$ даетъ намъ единовременно веревочныя кривыя и для остальныхъ элементовъ. Поэтому производимъ означенное построеніе для $J_{III}\,K_{III}$, замѣняя здѣсь, а равно и въ прочихъ элементахъ, какъ показано пунктиромъ на фиг. 22, ихъ трапецоидальное очертаніе—прямоугольнымъ.

При распредѣленіи поверхности нагрузки въ отрѣзкахъ слѣдуетъ ширину послѣднихъ измѣрять по разстояніямъ между J_{III}, J_{II} . . . ; такимъ образомъ, если веревочная кривая для $J_{III}\,K_{III}$ будетъ $S\,I\,II\,III\,IV\,J_{III}$, то для $J_{II}\,K_{II}$ будетъ $S\,I\,II\,III\,J_{II}$ и для $J\,K$ будетъ $S\,I\,J$. Отсюда видно, что при сдѣланныхъ предположеніяхъ и горизонтальный распоръ во всѣхъ элементахъ будетъ одинаковъ.

Силы, передающіяся четвертью свода ASB діагонали въ точкахъ J, J_I, J_{II}, J_{III}, выразятся такимъ образомъ по величинѣ и направленію соотвѣтствующими лучами $O\beta$, $O\varepsilon$, $O\delta$, $O\varepsilon$ многоугольника силъ (фиг. 22), гдѣ $\alpha\beta = 1$, $\beta\varepsilon = 2$, $\varepsilon\delta = 3$ и $\delta\varepsilon = 4$.

При квадратной формѣ плана свода точно такія же силы будутъ передаваться діагонали и отъ элементовъ другой четверти ASD свода. Поэтому слагаемъ сперва вертикальныя силы, дѣйствующія въ точкахъ J, J_I, J_{II}, J_{III}, затѣмъ дѣйствующія тамъ же горизонтальныя силы и соединяемъ обѣ полученныя составляющія въ одну равнодѣйствующую. Вся вертикальная сила въ точкѣ $J = 2\ \alpha\beta$, въ $J_I = 2\ \alpha\gamma$ . . . .; горизонтальная сила во всякой точкѣ J совпадаетъ въ планѣ съ направленіемъ діагонали и равна $\sqrt{2H^2} = H\sqrt{2}$. Ея величина и направленіе получаются отложивъ $OO_1 = H$ нормально къ $O\alpha$ и проведя прямую $O_1\alpha$. Затѣмъ откидываемъ $\alpha\zeta = 2\ \alpha\beta$, тогда $O_1\zeta$ по величинѣ и направленію представитъ собою равнодѣйствующую всѣхъ силъ, дѣйствующихъ на діагональ въ точкѣ J. Такимъ же образомъ найдутся $O_1\eta$, $O_1\vartheta$ и $O_1\varkappa$, равнодѣйствующія въ точкахъ J_I, J_{II} и J_{III}. Остается теперь опредѣлить усилія, дѣйствующія въ діагонали и веревочную кривую для послѣдней. Силы $r_1 = O_1\zeta$, $r_2 = O_1\eta$, $r_3 = O\vartheta$ и $r_4 = O_1\varkappa$ дѣйствуютъ въ точкахъ J', J'_I, J'_{II}, J'_{III} (фиг. 22); ихъ равнодѣйствующая R опредѣлится по величинѣ, направленію и положенію посредствомъ многоугольника силъ $O_1\,abcd$ (въ которомъ силы отложены въ масштабѣ, уменьшенномъ въ 4 раза) и веревочнаго многоугольника $m\ m_I\ m_{II}\ m_{III}\ m_{III}$ съ произвольно взятымъ полюсомъ P.

Послѣдняя равнодѣйствующая равна и параллельна прямой $O_1\,d$ и проходитъ черезъ точку g.

Если веревочная кривая для діагонали должна проходить черезъ обѣ точки S' и N имѣть въ S' горизонтальную касательную, то величина силы H, дѣйствующей въ S' опредѣляется тѣмъ условіемъ, что равнодѣйствующая всѣхъ силъ, дѣйствующихъ на одну половину, должна проходить черезъ N и слѣдовательно ея статическій моментъ относительно N долженъ быть ровенъ O. Поэтому условное уравненіе будетъ

$$O = H_0 F - Re, \text{ откуда}$$

$$H_0 = \frac{Re}{F}$$

Чтобы построить H_0, откладываемъ на продолженіи линіи $\alpha\ O_1$ (фиг. 23) $O_1\ i = e$ и на линіи направленія $R - O_1 k = f$, проводимъ ki и черезъ конецъ d прямой R проводимъ прямую параллельную къ ki до пересѣченія съ $\alpha\ O_1$ въ точкѣ Q; тогда имѣемъ:

$$\frac{O_1\,i}{O_1\,k} = \frac{O_1\,Q}{O_1\,d}, \text{ т. е.}$$

$$\frac{e}{f} = \frac{O_1\,Q}{R} \text{ и}$$

$$O_1\,Q = \frac{Re}{f} = H_0.$$

Теперь уже легко сложить H_0 послѣдовательно съ r_1, r_2, r_3 и получить такимъ образомъ веревочную кривую для діагонали.

2. Случай кладки въ елку.

Разсѣкаемъ сводъ (фиг. 24) на элементы вертикальными плоскостями, горизонтальные слѣды которыхъ перпендикулярны къ горизонтальнымъ проекціямъ діагоналей. Тогда каждый элементъ будетъ состоять изъ двухъ половинъ, сходящихся на діагонали.

Послѣдняя будетъ одною изъ опоръ для каждой такой половины; другая же опора для каждаго элемента, лежащаго въ четыреугольникѣ $L\ M\ N\ O$ образуется половиною соотвѣтственнаго элемента смежной четверти свода (напр. для элемента $E\ F$ будетъ $F\ E'$), а для элементовъ, находящихся внѣ четыреугольника $L\ M\ N\ O$ — будетъ на аркахъ щекъ $A\ B$, $B\ C$ . . . . .

Примемъ здѣсь, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, что нагрузка q на единицу площади равномѣрно распредѣлена m горизонтальной проекціи свода и разсмотримъ сначала элементъ $G\ E\ F$.

Пусть стрѣла кривизны веревочной кривой, построенной въ предположеніи трехъ данныхъ точекъ, будетъ f; тогда горизонтальный распоръ въ замкѣ будетъ (фиг. 24).

$$d\ h = \frac{q\ d\ z\ .\ z^2}{2\ f}$$

Эту же величину будетъ имѣть и горизонтальная составляющая силы, передающейся на діагональ въ точкѣ E отъ половины элемента EF. Половина GE передаетъ діагонали въ точкѣ E равнодѣйствующую, которой вертикальная составляющая точно также равна $dv = qzdz$, а горизонтальная составляющая по величинѣ и направленію равна, но прямо противуположна такой же силѣ отъ EF. Поэтому обѣ горизонтальныхъ составляющихъ взаимно уничтожаются и слѣдовательно общею равнодѣйствующею будетъ вертикальная сила

$$v = 2\ qz\,dz.$$

Поэтому въ данномъ случаѣ діагональ будетъ подвергаться дѣйствію лишь вертикальныхъ силъ.

Въ точкѣ F (фиг. 25) дѣйствуютъ лишь двѣ горизонтальныхъ силы dh въ направленіи смежныхъ элементовъ; обѣ составляющія этихъ силъ dh, направленныя нормально къ продольной оси цилиндра, образующаго четверть свода, взаимно уничтожаются; обѣ же составляющія, перпендикулярныя къ первымъ, слагаются, образуя силу

$$dh_1 = 2\ dh\ Sin\ 45^0 = dh\sqrt{2}$$

Подставляя найденную величину dh и замѣчая, что $x = z\sqrt{2}$ или $z = \dfrac{x}{\sqrt{2}}$, откуда $dz = \dfrac{dx}{\sqrt{2}}$, имѣемъ

$$dh_1 = \frac{q\ x^2\ d\ x}{4\ f} \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (17)$$

Каждый двойной элементъ EFE' въ предѣлахъ отъ $x = o$ до $x = a$ производитъ горизонтальное усиліе dh, на замокъ щековой арки. Слѣдствіемъ совокупности этихъ усилій будетъ существованіе въ замкѣ послѣдней горизонтальной силы

$$H = \int_0^a \frac{qx^2\ dx}{4\ f}$$

Величина f есть перемѣнная и, принимая тѣ же предположенія, что и въ предшествующемъ случаѣ, получимъ $Z^2 = Cf$, откуда

$$f = \frac{z^2}{C} = \frac{x^2}{2\,C}.$$

Для $z = \dfrac{a\sqrt{2}}{2}$ пусть $f = F$; тогда $\dfrac{a^2}{2} = CF$, $C = \dfrac{a^2}{2\ F}$

$$\text{и } f = \frac{x^2\ F}{a^2}, \text{ а слѣдовательно}$$

$$H = \int_0^a \frac{qx^2\ a^2\ dx}{4\ F\ x^2} = \frac{qa^3}{4\ F} \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (18)$$

Разсмотримъ теперь отрѣзокъ $G_{,,}\ E_{,,}\ F_{,,}$, лежащій внѣ четыреугольника $L\ M\ N\ O$, причемъ предположимъ, что для половинъ элементовъ, образующихъ здѣсь острыя полуарки, возможна такая веревочная кривая, при которой въ замкѣ будетъ дѣйствовать лишь одно горизонтальное усиліе dh'. Оба такихъ горизонтальныхъ усилія, передающихся діагонали въ точкѣ E'' (фиг. 26), изъ которыхъ каждое равно $dh' = \dfrac{q\ \zeta^2\ d\ \zeta}{2\ \varphi}$, взаимно уничтожаются и поэтому равнодѣйствующая въ точкѣ E'' есть вертикальная сила $v = 2\ q\ \zeta\ d\ \zeta$.

Въ свою очередь сила v равна вѣсу примыкающаго элемента $G_{,,}\ E_{,,}\ F_{,,}$, равному вѣсу полоски, отстоящей отъ средины на величину $z = \zeta$; отсюда слѣдуетъ, что нагрузка щековой арки отъ S къ A сначала возрастаетъ до точки U соотвѣтственно ординатамъ прямой, уравненіе которой есть $y = 2\ q\ z$, а отъ точки U до S убываетъ до нуля по тому же закону.

Въ точкѣ F (фиг. 26) на щековую арку дѣйствуетъ сила

$$dh' = \frac{q\ \zeta^2\ d\ \zeta}{2\ \varphi}$$

Образующая уголъ въ 45° съ направленіемъ AB и она разлагается на составляющую $dh' \, Cos\, 45°$, совпадающую съ направленіемъ AB и на составляющую $dh' \, Sin\, 45°$, къ ней перпендикулярную. Первая изъ этихъ силъ уничтожается такою же по величинѣ и обратною по направленію силою, проходящею черезъ точку $F_{,,,}$, симметричную съ $F_{,,}$ относительно оси свода. Вторая составляющая

$$dh' \, Sin\, 45° = \frac{q\, \zeta^2\, d\, \zeta}{2\sqrt{2}\, \varphi};$$

такъ какъ $\zeta = \frac{\xi}{\sqrt{2}}$, то

$$dh' \, Sin\, 45° = \frac{q\, \xi^2\, d\, \xi}{8\, \varphi} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (19)$$

Такимъ образомъ отъ крестоваго свода аркѣ AB не передается никакихъ вертикальныхъ усилій, а одни лишь горизонтальныя: въ замкѣ отдѣльная сила $\frac{q\, a^3}{4\, F}$ и кромѣ того на каждую единицу длины горизонтальной проекціи арки — сила $\frac{q\, \xi^2}{8\, \varphi}$. Эти силы или должны уничтожаться такими же равными и противуположными усиліями смежнаго крестоваго свода, или же арка связывается со стѣною, которая въ состояніи принять на себѣ ихъ давленіе.

Опредѣленіе усилій въ діагонали представлено графически на фиг. 9. Принимая для веревочной кривой три точки и обозначивъ стрѣлу прогиба опредѣленной ими кривой черезъ c, имѣемъ горизонтальный распоръ въ діагонали

$$H = \frac{1}{C} \; \frac{q\, a\, \sqrt{2}}{} \; \frac{a\, \sqrt{2}}{2} \; . \; \frac{a\, \sqrt{2}}{2} = \frac{q\, a^3}{c\sqrt{2}} \quad . \; . \; . \; (20)$$

Построеніе веревочныхъ кривыхъ для отдѣльныхъ частей четверти свода настолько просто, что не требуетъ особыхъ объясненій, поэтому покажемъ здѣсь только построеніе кривой для діагонали.

Разлагаемъ каждую четверть свода (фиг. 27) на нѣкоторое число элементовъ, имѣющихъ въ планѣ форму трапецій или (крайніе) треугольниковъ и находимъ вѣса, соотвѣтствующіе этимъ элементамъ. Это и будутъ силы, вертикально дѣйствующія на діагональ въ точкахъ пересѣченія послѣдней съ осью центра тяжести (11, 22, 33 . . . .) каждаго отрѣза. Принимая три точки для веревочной кривой діагонали, или же двѣ точки и горизонтальную касательную въ замкѣ для половины, строимъ извѣстнымъ способомъ *) веревочную кривую.

Для полюса O и обѣихъ данныхъ точекъ S и A получится (фиг. 27) многоугольникъ составляющихъ S I II III IV V VI A, откуда уже легко опредѣлить соотвѣтствующую кривую давленіи.

Горизонтальныя силы, передаваемыя щековой аркѣ, опредѣлятся легко, построивъ веревочныя кривыя для каждаго отдѣльнаго элемента.

Купольный сводъ.

Купольный сводъ опредѣляется какъ поверхность, происходящая отъ вращенія какой либо производящей кривой вокругъ вертикальной оси. Въ послѣдующихъ разсужденіяхъ мы ограничимся тѣмъ предположеніемъ, что нагрузка его неподвижна и равномѣрна на протяженіи каждаго кольца, образуемаго двумя параллельными кругами. Если мы предположимъ далѣе, что толщина свода незначительна въ сравненіи съ радіусомъ его производящей, то можно принять, что внутреннія силы, дѣйствующія на каждый элементъ свода MNOP (фиг. 28), ограничиваемый двумя меридіанами и двумя параллельными кругами, направлены касательно къ поверхности свода.

Принимаемъ за начало координатъ замокъ свода (фиг. 29), вертикальную ось свода—за ось Y, а проведенную въ замкѣ—къ ней перпендикулярную прямую за ось X и опредѣлимъ условія равновѣсія элемента MNOP (фиг. 28). На каждую единицу длины MN пусть дѣйствуетъ касательное усиліе T, слѣдовательно на длину $xd\omega$ — усиліе $Tx\, d\omega$. На OP дѣйствуетъ слѣдовательно усиліе $(T + d\, T)\, (x + dx)\, d\, \omega$; на MP и NO дѣйствуютъ кольцевыя усилія, положимъ равныя R на единицу длины, а слѣдовательно на длину ds равныя $R\, ds$. Кромѣ того еще имѣется перемѣнная нагрузка p на единицу площади купола, слѣдовательно на элементъ $MNOP$ равная $pds\; x\; d\omega$. Чтобы расположить всѣ силы въ одной плоскости, найдемъ равнодѣйствующія обоихъ кольцевыхъ усилій $R\, ds$; они равны $H = 2\, R\, ds\, .\, Sin\, \frac{d\, \omega}{2}$; такъ какъ по малости $\frac{d\, \omega}{2}$ можно принять: $Sin\, \frac{d\, \omega}{2} = \frac{d\, \omega}{2}$, то

$$H = R\; ds\; d\omega \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (21).$$

Общее уравненіе равновѣсія для элемента $MNOP$ будетъ поэтому

$$O = T\, x\, d\, \omega\, cos\, \tau - (T + d\, T)\, (x + dx)\, d\, \omega\, .\, cos\, (\tau + d\, \tau) + R\, ds\, d\, \omega.$$

Произведя умноженіе и откинувъ безконечно малыя ниже перваго порядка, получимъ

$$O = T\, x\, .\, Sin\, \tau\, d\, \tau - d\, T\, x\, cos\, \tau - T\, d\, x\, .\, cos\, \tau + R\, ds = -d\, (T\, d\, cos\, \tau) + R\, ds, \text{ откуда}$$

$$R\, ds = d\, (T\, x\, cos\, \tau) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (22)$$

Далѣе,

$$O = pds\, .\, xd\, \omega - T\, x\, d\, \omega\, sin\, \tau + (T + d\, T)\, (x + d\, T)\, d\, \omega\, sin\, (\tau + d\, \tau) \quad Sin\, (\tau + d\, \tau) = Sin\, \tau + cos\, \tau\, d\, \tau.$$

Производя означенное умноженіе и пренебрегая безконечно малыми ниже перваго порядка, получимъ

$$O = p\, x\, ds + d\, (T\, x\, sin\, \tau), \text{ откуда}$$

$$-p\, x\, ds = d\, (T\, x\, sin\, \tau) \quad . \; . \; . \; . \; . \; (23)$$

Оба ур. (22) и (23) даютъ возможность опредѣленія единовременныхъ значеній T и R, соотвѣтствующихъ какой либо нагрузкѣ и данной формѣ кривой производящей.

При шаровомъ куполѣ производящая есть кругъ.

Соотвѣтствующія значенія T и R будутъ найдены, если въ ур. (22) и (23) подставить значенія x и s, соотвѣтствующія кругу. Какъ видно изъ фиг. 29, $x = r\; sin\; \tau$ и $d\, s = r\, d\tau$; полагая при этомъ величину p постоянною для всего купола, получимъ,

$$pr\; sin\; \tau\, .\, r\; d\; \tau = d\; (T\, r\; sin\; \tau\, .\; sin\, \tau) \text{ и}$$

$$\int_0^\tau d\; (T\; r\; sin^2\; \tau) = -p\; r^2 \int_0^\tau sin\; \tau\; d\; \tau$$

За нисшій предѣлъ слѣдуетъ принять то значеніе τ и T, которое соотвѣтствуетъ верхней оконечности производящей кривой; въ данномъ случаѣ это будетъ точка s, для которой $\tau_0 = o$; поэтому

$$T\; r\; sin^2\; \tau = +\, pr^2\, (cos\; \tau)\Big|_0^\tau = -pr^2\, (1 - cos\; \tau).$$

$$T = -\frac{pr\; (1 - cos\; \tau)}{Sin^2\; \tau} = -\frac{pr\; (1 - cos\; \tau)}{1 - cos^2\; \tau} = -\frac{pr}{1 + cos\, \tau} . \; (24)$$

Вставляя найденную величину въ ур. (22), имѣемъ:

$$R\; ds = Rr\; d\; \tau = d\left(-\frac{pr}{1 + cos\; \tau}\; r\; sin\; \tau\; cos\; \tau\right)$$

$$= -pr^2\; d\; \frac{Sin\; \tau\; Cos\; \tau}{1 + Cos\; \tau}$$

$$R = -pr\; \frac{Cos\; 2\; \tau + Cos^3\; \tau}{(1 + Cos\; \tau)^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (25)$$

Найденныя ур. (24) и (25) относятся къ куполамъ, замкнутымъ сверху. Усилія въ замкѣ опредѣлятся, подставивъ $\tau = o$. Тогда

$$T_0 = -\frac{pr}{2} \text{ и } R_0 = -\frac{pr}{2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (26)$$

т. е. меридіональныя или кольцевыя усилія въ замкѣ равны

---

*) Стр. 83

между собою, другими словами здѣсь существуетъ одинаковое по всѣмъ направленіямъ напряженіе равное $\frac{p\ r}{2}$ на единицу площади.

Для полушароваго купола, на его экваторѣ

$$\tau = \frac{\Pi}{2}, \text{ и поэтому}$$

$$T_{\frac{\pi}{2}} = -\,pr \text{ и } R_{\frac{\pi}{2}} = +\,pr \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (27)$$

Слѣдовательно меридіональное усиліе возрастаетъ отъ замка, гдѣ оно равно $\frac{pr}{2}$ до экватора, гдѣ оно $= pr$ и при этомъ постоянно остается сжимающимъ, такъ какъ $1 + cos\ \tau$ никогда не можетъ быть отрицательной величиной. На экваторѣ направленіе T вертикально, такъ какъ оно одинаково съ направленіемъ касательной къ производящей.

Сумма всѣхъ $T_{\frac{\pi}{2}}$ равна вѣсу всего купола, такъ какъ $T_{\frac{\pi}{2}}$ представляетъ собою сумму давленій въ опорахъ. Слѣдовательно $\Sigma \left(T_{\frac{\pi}{2}}\right) = pr \cdot 2\ \pi\ r = 2\ \pi . pr^2$ и вѣсъ купола поэтому равенъ $\frac{4\ \pi\ r^2}{2}\ p = 2\pi\ pr^2$. Кольцевое усиліе R измѣняется отъ сжатія $\frac{pr}{2}$ въ замкѣ до вытягиванія pr на экваторѣ и слѣдовательно на нѣкоторомъ изъ промежуточныхъ колецъ равно нулю. Обозначивъ черезъ τ_1 уголъ, соотвѣтствующій этому кольцу, имѣемъ

$$O = pr\ \frac{Cos\ 2\ \tau_, + Cos^3\ \tau_,}{(1 + Cos\ \tau_,)^2}, \text{ откуда}$$

$$Cos\ \tau_, = 0{,}618 \text{ и } \tau_, = 51^0\ 50' \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ (28).$$

Слѣдовательно во всѣхъ кольцахъ, соотвѣтствующихъ углу, меньшему $51^0\ 51'$ будетъ сжатіе, а въ соотвѣтствующихъ большему углу — вытягиваніе. Если не принимать въ разсчетъ способности раствора сопротивляться разрыву, то послѣднія изъ названныхъ колецъ состоящія изъ отдѣльныхъ камней, будутъ въ состояніи сопротивляться вытягиванію, а безъ этого, какъ мы видимъ, не можетъ существовать равновѣсія. Другими словами, неизбѣжно приходится прибѣгать къ вспомогательнымъ средствамъ, каковыми являются стягивающія куполъ желѣзныя кольца, или забутка кругомъ купола до извѣстной вышины.

Забутка принимаетъ кольцевыя усилія R и поэтому, по закону дѣйствія и противудѣйствія, должна оказывать на нихъ равныя и противуположныя усилія, что и нужно имѣть въ виду при ея разсчетѣ. Разсматривая часть дуги $s\ t$ (фиг. 30), соотвѣтствующей углу $d\ w$, имѣемъ, что равнодѣйствующая обѣихъ R есть направленная внаружу сила $h = 2\ R\ Sin\ \frac{d\ \omega}{2} = R\ d\ \omega$. Означая краткости

$$\mu = -\frac{Cos\ 2\ \tau + Cos^3\ \tau}{(1 + Cos\ \tau)^2} \ . \ . \ . \ . \ . \ (29)$$

имѣемъ

$$R = \mu\ pr \text{ и } h = \mu\ pr\ d\ \omega \ . \ . \ . \ . \ . \ (30)$$

Слѣдовательно на единицу длины дуги, длина которой равна $x\ d\ \omega$, вслѣдствіе кольцевыхъ усилій, приходится горизонтальная сила, дѣйствующая на забутку и равная

$$h = \frac{\mu\ p\ r\ d\ \omega}{x\ d\ \omega} = \frac{\mu\ p\ r}{x} \ . \ . \ . \ . \ (31)$$

Изъ сказаннаго также слѣдуетъ, что (не полагаясь на сцѣпленіе раствора) забутка должна быть доведена до высоты, соотвѣтствующей углу $\tau = 51^0 51'$.

Если куполъ имѣетъ форму шароваго отрѣзка, меньшаго половины шара, то на опоры дѣйствуютъ кромѣ силъ h, еще и меридіальныя усилія T, соотвѣтствующія наибольшему для даннаго случая значенію угла τ.

T имѣетъ горизонтальную составляющую $T\ cos\ \tau$ и вертикальную $T\ sin\ \tau$; первая уничтожается опорами или стягивающимъ кольцомъ, напряженіе въ которомъ вычисляется слѣдующимъ образомъ.

На дугу st (фиг. 31) длиною $x\ d\ \omega$ дѣйствуетъ направленная внаружу сила $T\ cos\ \tau\ d\ \omega$, которая должна уничтожиться обоими кольцевыми напряженіями W; поэтому

$$T\ cos\ \tau\ x\ d\ w = 2\ W\ sin\ \frac{d\ \omega}{2} = W\ d\ w;$$

$$W = T\ x\ cos\ \tau = \frac{pr . \tau\, sin\, \tau . cos\, \tau}{1 + cos\ \tau} = \frac{pr^2 sin\,\tau\, cos\,\tau}{1 + cos\ \tau} \ . \ . \ . \ . \ . \ (32)$$

Выведенныя значенія T и R соотвѣтствуютъ кривымъ равновѣсія и при относительно небольшой толщинѣ купола ихъ можно съ достаточной точностью принять за среднія величины; тѣмъ не менѣе, возможны и другія, большія или меньшія найденныхъ, величины T и R, соотвѣтствующія инымъ веревочнымъ кривымъ, если таковыя не совпадаютъ съ средней линіей свода.

Графическое опредѣленіе T и R въ различныхъ мѣстахъ купола можетъ быть произведено аналогично съ подобнымъ же опредѣленіемъ въ другихъ сводахъ, задавшись опредѣленными условіями для кривой давленія. Для этого изслѣдуемъ часть купола, соотвѣтствующую центральному углу α и начинающуюся отъ замка или кольца фонаря.

Если мы относительно кривой давленія поставимъ условіемъ, чтобы она не выходила изъ внутренней трети и предположимъ отсутствіе скольженія, то кривая давленія опредѣлится слѣдующимъ образомъ:

Пусть нагрузка камня верхняго кольца равна g, $(= \alpha\beta)$, тогда камень этотъ будетъ подвергаться дѣйствію силы g, и (пока еще неизвѣстной) равнодѣйствующей h, напряженій въ верхнемъ кольцѣ. Наименьшее значеніе $h_,$, при которомъ кривая давленія удовлетворитъ приведеннымъ выше условіямъ, будетъ въ томъ случаѣ, когда равнодѣйствующая I силъ g, и h, пройдетъ черезъ нижнюю точку c, внутренней трети шва a, b, и составитъ съ нормалью къ шву уголъ ϑ. Пусть прямая, проведенная черезъ c, подъ угломъ ϑ къ нормали шва пересѣчетъ направленіе g, въ точкѣ i; тогда послѣдняя и будетъ точкою приложенія $h_,$. Величина h, и I опредѣляется многоугольникомъ силъ, проведя черезъ β параллельную къ направленію J. Тогда получимъ $O, \alpha = h_1$ и $O_1 \beta = I$. Если точка пересѣченія h, съ швомъ ab получится выше внутренней трети, то слѣдуетъ отвести h, къ верхней точкѣ внутренней трети и соединить вновь полученное пересѣченіе g, и h, съ точкой $c_,$, причемъ уже уголъ между J и нормалью къ шву будетъ менѣе φ.

Переходя къ слѣдующему камню, мы видимъ, что на него дѣйствуютъ силы g_2, J и h_2. Наименьшее значеніе h_2, удовлетворяющее приведеннымъ условіямъ, будетъ то, при которомъ h_2 пройдетъ черезъ верхнюю точку внутренней трети линіи центра тяжести камня, т. е. черезъ e_2, а равнодѣйствующая силъ I g_2 и h_2 пересѣчетъ швовъ a_2 b_2 въ нижней точкѣ c_2 внутренней трети. Линія, соединяющая c_2 съ точкой d_2 пересѣченія равнодѣйствующей силъ J и g_2 съ h_2, даетъ направленіе II, величина которой будетъ найдена, проведя черезъ γ параллельную $\gamma\ O_2$ къ II.

Уголъ, образуемый II съ нормалью къ шву $a_2\,b_2$ менѣе, нежели ϑ у слѣдовательно устойчивость обезпечена.

Если бы этотъ уголъ оказался болѣе φ, то слѣдовало бы отвести и увеличить h_2 на столько, чтобы уголъ этотъ сдѣлался по меньшей мѣрѣ равнымъ φ.

Продолжая описанныя построенія для 3-го, 4-го и т. д. камней, получимъ возможную кривую давленія, которая должна быть близка къ дѣйствительной.

Новый театръ въ Тифлисѣ.

Первый проектъ для Тифлисскаго театра, премированный на конкурсѣ въ 1877 году и публикованный въ Зодчемъ 1879, л. 10, 11, и 12, пересоставленъ мною вслѣдствіе перемѣны мѣста постройки. Весною 1878 года я побывалъ въ Тифлисѣ, ознакомился съ мѣстными матеріалами, пріемами работъ и пр. и окончилъ весною 1879 года и проектъ и всѣ рабочіе чертежи. Нѣсколько раньше отправился туда помощникъ мой, гражданскій инженеръ Штернъ, подъ руководствомъ коего и начата была постройка т. е. сломка старыхъ зданій и земляныя работы. Тогда однако комиссія по постройкѣ театра пожелала имѣть въ зданіи особую парадную лѣстницу и нѣкоторыя другія расширенія; вслѣдствіе сего работы были

оставлены и я принялся за составленіе новаго проекта, третьяго, по счету, который и выполненъ въ натурѣ по одобреніи его Его Императорскимъ Высочествомъ Намѣстникомъ Кавказскимъ, 18-го Февраля 1880 года. По предварительной смѣтѣ стоимость театра была разсчитана на 500 т. рублей.

Въ Іюлѣ мѣсяцѣ были начаты фундаменты; но затѣмъ работы подвигались очень медленно; главнѣйшимъ тормазомъ оказалась неудавшаяся заготовка кирпича и т. п.

Въ 1881 году, по оставленіи края Великимъ княземъ Намѣстникомъ, дѣло постройки остановилось почти вовсе; въ Мартѣ 1882 года производитель работъ Штернъ отказался отъ дѣла по болѣзни и вслѣдъ затѣмъ просилъ и я объ освобожденіи меня отъ должности главнаго архитектора по постройкѣ Тифлисскаго театра, убѣдившись, что за 3000 верстъ руководить постройкою невозможно. Мое мѣсто, кажется, занялъ членъ комиссіи по постройкѣ академикъ Симонсонъ, получившій на конкурсѣ 1877 г. 2-ую премію. Постройка, которая только-что начинала выходить изъ земли, подвинулась тогда съ необычайною быстротою и вскорѣ театръ былъ оконченъ въ чернѣ. Съ 1886 г. во главѣ дѣла стоитъ архитекторъ Зальцманъ, пользующійся въ Тифлисѣ громкимъ именемъ... Не могу не пожелать отъ души, чтобъ ему было суждено закончить начатое мною дѣло, за которое мой добрый товарищъ взялся какъ за свое собственное.

Театръ имѣетъ 36 × 24 саж. или 864 кв. саж.

Отличается онъ отъ другихъ подобнаго рода зданій преимущественно формою зала, на подобіе театра въ Байрейтѣ. Особенной красоты этотъ залъ представить не можетъ, но видѣть въ немъ будутъ безусловно всѣ посѣтители и слышать, вѣроятно, тоже. Всѣхъ мѣстъ будетъ въ театрѣ 1,350; въ партерѣ 282, мѣстъ за креслами 168; въ ложахъ бенуара 58; въ ложахъ бель-этажа 140; 1-го яр. 140; 2-го яруса 140; на галлереѣ 250; въ амфитеатрѣ 192.

Проектъ отопленія и вентиляціи, въ которомъ охлажденіе зала лѣтомъ составляетъ главнѣйшую задачу, разработанъ проф. Лукашевичемъ. По смѣтѣ, составленной въ началѣ 1882 г., стоимость постройки безъ внутренняго убранства, опредѣлилась:

1.	Фундаменты съ земляною работою	60,000 р.
2.	Кирпичная работа	149,875 »
3.	Цоколь и облицовка фасадныхъ стѣнъ песчанникомъ	81,861 »
4.	Лѣстницы	56,760 »
5.	Металлическія работы	46,000 »
6.	Цинковыя кровли	18,945 »
7.	Штукатурныя работы	24,125 »
8.	Столярныя работы	53,684 »
9.	Плотничныя работы	30,000 »
10.	Отопленіе и вентиляція	100,000 »
	Итого	621,250 р.

Въ настоящее время работы въ театрѣ, за недостаткомъ строительныхъ суммъ, остановлены.

В. Шретеръ.

Одесскій театръ.

Одесская городская дума приговоромъ отъ 3 марта 1880 года, постановила устроить въ г. Одессѣ театръ на 1,600—1,800 зрителей, стоимостью въ 600 т. рублей, а 28 января 1882 г. рѣшила увеличить эту сумму до 1.006,000 рублей, согласно проекта, составленнаго архитекторами гг. Фельнеромъ и Гельмеромъ изъ Вѣны

15-го сентября 1883 г. дума избрала исполнительную коммиссію по постройкѣ театра и дополнила ассигнованную сумму еще 47,000 руб. На устройство хозяйственныхъ вещей въ зданіи театра 7-го сентября 1884 г. коммиссія заключила контрактъ съ уполномоченнымъ австрійскаго подданнаго Фрея, подрядчика строительныхъ работъ изъ Вѣны,—инженеромъ Брайковичемъ.

Главныя части условія были постановлены слѣдующія:

1) Фрей на свой счетъ построитъ театръ на Театральной площади между Ланжероновскимъ и Театральнымъ переулками по проекту вѣнскихъ архитекторовъ Фельнера и Гельмера; съ обязанностію произвести своими средствами всѣ земляныя, каменныя и деревянныя работы, работы ремесленниковъ, художниковъ и пр. своими матерьялами, а также устроить особое помѣщеніе для машинъ и котловъ, содержать техническій надзоръ, устроить газовое освѣщеніе, страхованіе зданій, до открытія репетицій и проч. все за 991,000 рублей, съ залогомъ въ 20 т. руб. и съ вычетомъ изъ послѣдней уплаты 29,730 рублей въ залогъ же на 2 года послѣ сдачи театра.

Въ случаѣ, если газовое освѣщеніе будетъ замѣнено другимъ, то изъ 991 т. рублей вычтется 36,490 рублей.

Срокъ окончательной сдачи театра съ тѣмъ, чтобы ремесленныя и декоративныя работы для украшенія внутри и снаружи зданія были окончены и съ 1-го августа можно начать репетиціи и въ день сдачи—дать представленіе, назначается 15 сентября 1887 года, а частные сроки для производства работъ слѣдующія:

а) для возведенія стѣнъ зданія включительно до высоты бель этажа—1 октября 1885 г.;

б) для окончанія всего зданія вчернѣ съ покрытіемъ крышею 1 іюля 1886 года и

в) оштукатурка всѣхъ фасадовъ и внутри зданія стѣнъ и потолковъ съ уборкою лѣсовъ и мусора 1 іюня 1887 года.

Въ 1886 г. добавлено было: на устройство двухстѣннаго желѣзнаго занавѣса 3,000 руб. и на улучшеніе водоснабженія тоже въ пожарномъ отношеніи 2,700 руб.; на заказанный въ Вѣнѣ художникамъ Лефлеру и Бургарту занавѣсъ для сцены, съ сюжетомъ изъ легенды Пушкина «Русланъ и Людмила» съ главною картиною свадебнаго пира и кругомъ прочихъ сценъ, въ золоченой рамѣ оригинальной причудливой формы съ изящными орнаментами въ 2,500 руб. нашли также необходимымъ добавить 500 рублей, а всего къ 991,000 руб. контрактной суммы прибавлено 6,200 руб., такъ что общая стоимость постройки восходила до 997,200 руб.

Въ виду того, что постановлено было все зданіе возвести изъ русскихъ матерьяловъ, субъ-коммиссія разсмотрѣвъ образцы камня для колоннъ и балюстрадъ аккерманскаго николаевскаго не свыше 1½ арш. и марсельскаго изъ южной Франціи, послала въ Вѣну къ г. Фельнеру. Фельнеръ призналъ николаевскій-аккерманскій вывѣтривающимся, а потому негоднымъ, а годнымъ марсельскій, который и употребленъ въ дѣло.

Въ 1885 году субъ-коммиссія разрѣшила Фрею передать контрактъ Цифfереру, тоже подрядчику строительныхъ работъ изъ Вѣны, рекомендованному, пріѣхавшимъ изъ Вѣны, архитекторомъ Фельнеромъ.

Приступлено къ работамъ 3 апрѣля 1885 года.

Принято предложеніе г. Фельнера о замѣнѣ каменной плитной кладки выше цоколя кирпичною изъ одесскаго, такъ-называемаго «картаціевскаго» кирпича хорошаго качества; а на покрытіе крышъ и прочаго гальванизированное желѣзо замѣнить сибирскимъ Яковлевскимъ и Демидовскимъ, не менѣе 13½ фунт.

Въ измѣненіе проекта гг. Фельнеромъ и Гельмеромъ предложено и субъ-коммиссіею принято: уширить и возвысить главный вестибюль, входъ видоизмѣнить двумя лѣстницами, служащими для соединенія ложъ, которыя и будутъ болѣе роскошно отдѣланы, а вестибюль украшенъ соотвѣтствующими мотивами, и уменьшить главный портикъ; выходящія въ фойе бель-этажа перегородки корридора къ ложамъ 1-го яруса замѣнить парапетными рѣшетками изящной отдѣлки и проч.; повѣренный Цифферера — архитекторъ Пиккозонъ согласился произвести означенныя измѣненія въ устройствѣ театра.

Рѣшено замѣнить устройство газоваго освѣщенія — электрическимъ; по смѣтѣ предполагалось устройство газоваго освѣщенія въ 36,490 руб.; разсчитывая, что ежегодно на эксплоатацію газа потребуется расходъ въ 36,000 рублей; на устройство электрическаго освѣщенія требуется 150,000 руб., а эксплоатація его ежегодно должна обходиться въ 22,000 руб.; такимъ образомъ устройство электрическаго освѣщенія оказалось болѣе выгоднымъ, чѣмъ газоваго: отъ электрическаго освѣщенія получался ежегодный остатокъ въ 14,000 рублей, которымъ въ теченіи 8-ми лѣтъ покрывалась разница по устройству электрическаго освѣщенія и на самое устройство не потребовалось никакого расхода: фирма Ганцъ и К° согласилась принять на себя все устройство и получать въ теченіе 10-ти лѣтъ по 6% погашенія.

На отопленіе и вентиляцію ассигновано 41,600 р.

Цифферъ заявилъ, что имъ произведены сверхсмѣтныя работы, что подтверждено архитекторами Фельнеромъ и Гельмеромъ, а также техниками субъ-коммиссіи, наблюдавшими за производствомъ работъ: за уширеніе вытяжной трубы въ виду устройства электрическаго освѣщенія, за баллюстрады въ ложахъ болѣе роскошныя, за страхованіе театра въ то время, когда помѣщенія были заняты антрепренеромъ и начались репетиціи; за увеличеніе деревянныхъ вытяжныхъ каналовъ, за замѣну кладки стѣнъ изъ плиты кладкою изъ кирпича, за фигуры на главной лѣстницѣ, за замѣну деревянныхъ аванъ-сценъ ложъ желѣзными и кирпичными, за возвышеніе пошлинъ по ввозу нѣкоторыхъ предметовъ, за дополнительную конструкцію для укрѣпленія задней арки и за увеличеніе размѣровъ зданія театра (собственно размѣры зданія уменьшились, а возвышена крыша) по заявленію всего на 43.753 руб. 81 к.). Коммиссія признала доплатить и дума утвердила выдать 26,973 руб. 26 к.; отдѣльно было ассигновано на декораціи, мебель и бутафорскія вещи 25,000 руб. и добавлено 15 сентября 1887 г., еще 28,600 р. (Мебель, въ томъ числѣ 19 зеркалъ при входѣ въ ложи, партеръ и др. помѣщенія, столики, скамьи и проч. сдѣланы были мѣстнымъ фабрикантомъ Статкевичемъ.

Коммиссіею произведены общіе расходы на:

1) Вознагражденіе за проектъ и производство постройки гг. Фельнеру и Гельмеру	44,000 р. — к.
2) Содержаніе техника по надзору за постройкою и 4-хъ надсмотрщиковъ до окончанія работъ	15,724 » — »
и 2) На подготовительныя занятія до постройки	8,914 » 13 »
Итого	68,638 р. 13 к.

За работы по устройству электрическаго освѣщенія строителю уплачено 2,194 руб. и за постановку освѣтительныхъ приборовъ 34,331 руб. 64 к.; приговоромъ думы добавлено было на улучшеніе въ эстетическомъ и пожарномъ отношеніяхъ 54,505 руб. 73 к.; такъ что строитель получилъ всего (вмѣсто слѣдуемыхъ по контракту 991 т. рублей, а за исключеніемъ устройства газоваго освѣщенія—954.510 руб.)—*1.072,334 руб. 83 коп.*

Еще предстоитъ уплата гг. Фельнеру и Гельмеру (5000 гульд. и нѣкоторые мелочные расходы) всего до 5,000 рублей.

Проэктъ норм. цѣнъ въ городск. театрѣ для оперн. предст.

		Проектир.	Существ.
Кресла: отъ оркестра до 1 прохода:			
рядъ 1	16 м.	5 р. — к.	5 р. — к.
» 2	20 »	4 » — »	3 » — »
» 3, 4, 5 и 6	88 »	3 » — »	3 » а 6-й рядъ по 2 р. 50 к.
Отъ 1 прохода:			
рядъ 7 и 8	48 »	2 р. 50 к.	2 р. 50 »
» 9, 10 и 11	72 »	2 » 25 »	2 » — »
» 12, 13 и 14	68 »	1 » 75 »	1 » 50 »
Отъ 2 прохода:			
рядъ 15, 16, 17 и 18	84 »	1 » 50 »	1 » 25 »
» 19, 20, 21 и 22	70 »	1 » — »	1 » — »
Ложи: бенуаръ на аванъ-сценѣ: мал.	2	15 » — »	12 » — »
» » » бол.	1	11 » — »	15 » — »
» бенуаръ остальныя	12	18 » — »	10 » — »
» бельэтажа на аванъ-сценѣ	2	20 » — »	20 » — »
» » номерован. на 5 м.	22	15 » — »	15 » — »
» » » № 29	1	18 » — »	15 » — »
» 1 яруса на аванъ-сценѣ большихъ на 9 мѣстъ № 29	3	15 » — »	12 » — »
» мал. на ав.-сц. о 7 м.	4	11 » — »	10 » — »
» номерованныхъ на 5 м.	22	9 » — »	8 » — »
» 2 яр. больш. о 9 м. на ав.-сц.	2	9 » — »	8 » — »
» мал. о 7 » »	4	7 » — »	7 » — »
» остальн. номерован.	12	5 » — »	5 » — »
» 3 яруса большихъ о 9 м.	2	5 » — »	5 » — »
малыхъ о 7 м.	4	4 » — »	4 » — »
Амфитеатра: 1 и 2 ряда	64	1 » — »	1 » — »
» 3 и 4 »	64	— » 75 »	— » 75 »
» остальныхъ ряд.	125	— » 60 »	— » 60 »
Галлерея: 1 и 2 ряда	66	— р. 50 к.	— р. 50 к.
» 3 и 4 »	64	— » 40 »	— » 40 »
» остальныхъ рядовъ	99	— » 30 »	— » 30 »
боковыхъ	82	— » 20 »	— » 20 »
Съ кресломъ брантъ-маіора въ 8 ряду (2 р. 50 к.)			
Итого		на 2299 р.	2154 р. 70 к.

Разница на 145 р. на 1 вечеръ.

Число мѣстъ 1468.

1888 г. № 87. На отопленіе и вентиляцію въ 1888 г. было ассигновано 4,500 руб., а потребовалось 7,825 руб. 6 коп., что и утверждено.

№ 94. 5,086 р. 60 к. въ уплату за воду со дня открытія по 1 января 1889 г.—въ гор. т. и на электр. ст.

Цементныя сооруженія по системѣ Монье.

Впервые началъ комбинировать желѣзо съ цементомъ Парижскій садовникъ *Монье*, заинтересованный изготовленіемъ большихъ цвѣточныхъ кадокъ, которыя были-бы долговѣчнѣе деревянныхъ и легче цементныхъ. Монье удалось достигнуть назначенной цѣли путемъ введенія въ цементные стѣнки кадокъ проволочной основы, послѣ чего онъ свой методъ приложилъ и къ построенію болѣе солидныхъ по размѣрамъ водяныхъ резервуаровъ.

Удачные результаты первыхъ опытовъ имѣли послѣдствіемъ то, что въ самое короткое время во Франціи было построенно болѣе 1000 резервуаровъ и газометровъ по системѣ Монье, съ нею не замедлили познакомиться техники Франціи и значительно расширили сферу примѣненія системы Монье. Насколько эта сфера обширна, можно судить по патенту пріобрѣтенному г. Вайсомъ для Германіи на право примѣненія системы Монье:

1) Къ исполненію отдѣльныхъ частей зданій и даже цѣлыхъ зданій (напримѣръ лазаретныхъ бараковъ); 2) къ инженерному искусству, для устройства газо-и водопроводовъ, канализаціи и и дренажа; колодцевъ, резервуаровъ, газометровъ, напорныхъ башень, мостовъ, шлюзовъ и проч.; 3) къ горному дѣлу; 4) къ кораблестроенію; 5) къ сельскому хозяйству и садоводству; 6) къ фабричнымъ ремесленнымъ производствамъ.

Однако, какъ ни прекрасны матеріалы, входящіе въ составъ системы Монье, послѣдняя возбудила нѣсколько опасеній и сомнѣній въ смыслѣ раціональности:

Такимъ образомъ говорили, что:

1) Желѣзо можетъ ржавѣть отъ соприкосновенія съ цементнымъ растворомъ; 2) цементный растворъ не можетъ проявлять никакого сцѣпленія съ обыкновенно гладкими поверхности желѣза, а потому оба матеріала въ системѣ Монье не въ состояніи сопротивляться за-одно; 3) при измѣненіяхъ температуры движенія въ желѣзѣ и въ окружающемъ его цементѣ неодинаковы, отчего можетъ происходить разрушеніе системы.

Съ перваго взгляда можетъ показаться, что всѣ эти опасенія основательны; и въ дѣйствительности ихъ долго считали таковыми, пока двадцатилѣтній опытъ самаго изобрѣтателя, труды Вайсса и оффиціальныя испытанія въ Германіи окончательно не разсѣяли этихъ опасеній.

Обращаясь къ возможности окисленія желѣза въ цементной оболочкѣ, необходимо замѣтить, что эта возможность допущена единственно предположительно, на томъ основаніи, что желѣзо окисляется въ известковомъ и гипсовомъ растворахъ, въ которыхъ обнаружено присутствіе желѣзныхъ окисловъ. Явленіе это для послѣднихъ растворовъ объясняется избыткомъ въ нихъ воды и рыхлостью, вслѣдствіе которой вода легко всасывается изъ атмосферы послѣ отвердѣнія раствора. Достаточно самаго незначительнаго избытка воды, чтобы желѣзо начало окисляться и безъ прямаго доступа воздуха, что доказывается несомнѣннымъ фактомъ присутствія, рядомъ съ водною окисью желѣза, *аммiака*; полагаютъ, что въ моментъ выдѣленія водорода изъ состава воды (кислородъ идетъ на окисленіе желѣза) онъ соединяется съ азотомъ воздуха въ аммiакъ, самое-же выдѣленіе водорода происходитъ отъ разло-

женія воды желѣзомъ, совершающагося крайне постепенно и медленно, но вполнѣ аналогично съ разложеніемъ водяныхъ паровъ при дѣйствіи ихъ на раскаленное до красна желѣзо.

Совсѣмъ иное бываетъ при заливкѣ желѣза цементомъ, къ которому прибавляется совершенно опредѣленное количество воды, потребное лишь для отвердѣванія раствора; не только на воздухѣ, но и подъ водою, цементъ въ короткое время такъ полно связываетъ химически воду, что погруженное въ него желѣзо, при неполномъ доступѣ воздуха и при обыкновенныхъ условіяхъ температуры, не въ состояніи дойти до состоянія окисленія, т. е. извлечь изъ отвердѣвшаго цементнаго раствора воды ее на составныя части.

Эти соображенія можно было бы считать гипотетическими, если бы онѣ блистательно не оправдывались непосредственными опытами, произведенными надъ разными предметами, сдѣланными изъ желѣза и цемента по системѣ Монье.

По этой системѣ нѣсколько лѣтъ тому назадъ въ Аміенѣ устроена канализація. Въ трубахъ, какъ показало изслѣдованіе, желѣзныя части сохранились совершенно чистыми, безъ всякихъ признаковъ ржавчины, какъ будто *они только* что прошли сквозь вальцы. Тоже самое обстоятельство оффиціально констатировано протоколами опытовъ въ Бреславлѣ, причемъ послѣ разрушенія подвергнутыхъ опытамъ предметовъ, никогда на желѣзѣ не замѣчалось и признаковъ ржавчины; равнымъ образомъ не замѣчалось и уменьшенія поперечнаго сѣченія желѣза, какъ напримѣръ въ небольшихъ таметкахъ Монье, пролежавшихъ 4 мѣсяца въ водѣ.

Многократное подверждение сказаннаго приводитъ и г. Вайссъ изъ опытовъ съ нагрузкою и даже съ тротуарными плитками, уложенными прямо на грунтѣ, и въ сильнѣйшіе морозы, и въ оттепель.

Вслѣдствіе вышеизложеннаго необходимо безъ всякихъ колебаній принять за доказанную истину, что *цементная оболочка вокругъ желѣза навсегда устраняетъ самое скверное его свойство — способность окисляться отъ прикосновенія съ влажнымъ воздухомъ и имъ насыщенною водою*; тогда какъ различныя металлическія предохранительныя оболочки достигаютъ цѣли лишь на сравнительно короткое время.

Второе, самое высокое, опасеніе относилось къ возможности сцѣпленія между желѣзомъ и цементомъ. Опасеніе основывалось на томъ, что оба матеріала при всѣхъ ихъ прекрасныхъ качествахъ въ отдѣльности, не въ состояніи сопротивляться усиліямъ сообща. Поэтому казалось бы, напримѣръ, что плитка Монье, подвергнутая изгибающимъ усиліямъ нагрузки, должна выдерживать меньшіе грузы, чѣмъ такой-же толщины простая цементная плитка безъ желѣза; — ибо всякое посторонее тѣло, не связывающееся съ цементомъ, неизбѣжно должно ослабить поперечное сѣченіе плитки.

Однако-же пробы на нагрузку, результаты которыхъ приведены ниже, показали, что при одной и той-же толщинѣ, при одинаковыхъ качествахъ цемента и при одномъ и томъ-же пролетѣ въ 1 метръ,— свободно лежащая пластинка изъ однаго цементнаго раствора сломалась подъ равномѣрно распредѣленнымъ грузомъ въ 517,5 кил.; тогда какъ такая же плитка Монье изломалась при нагрузкѣ 2763,3 кил. на 1 кв. м., послѣ чего эта нагрузка еще осталась на желѣзномъ остовѣ плитки, давшей прогибъ въ 13 mm.

Опытъ со сводчатой плиткой, пролетомъ 4,5 м., со стрѣлкой въ 0,4 м. и толщиною въ 5 с. м. далъ для обыкновенной плитки разрушающій грузъ около 800 кило на кв. м., а для сводчатой плитки Монье 2109 кило на 1 кв. м. *односторонней* нагрузки.

Отсюда ясно слѣдуетъ, что надлежащимъ образомъ скомбинированные — желѣзо съ цементомъ сопротивляются заодно и сообща, что сцѣпленіе обоихъ матеріаловъ весьма интенсивно; что идея Монье — соединить большое сопротивленіе раздавливанію цемента съ превосходною растяжимостью желѣза, помѣщая оба эти матеріала въ надлежащихъ мѣстахъ, для того, чтобы они дѣйствовали сообща,— не есть праздная идея увлекающагося изобрѣтателя.

Понятно, что обоюдное сопротивленіе матеріаловъ имѣетъ мѣсто лишь до тѣхъ поръ, пока существуетъ правильное отношеніе между соотвѣтствующими сопротивленіями каждаго изъ нихъ. За предѣломъ такого отношенія слѣдуетъ разрушеніе наиболѣе напряженнаго матеріала въ то время, какъ другое еще продолжаетъ сопротивляться; но для комбинаціи желѣза съ цементомъ предѣлъ этотъ, сверхъ ожиданія лежитъ очень высоко.

До какой степени тѣсна связь между желѣзомъ и цементомъ, можно видѣть изъ Бреславльскихъ опытовъ, гдѣ два раза не удалось извлечь 7 mm. проволочку изъ цементной балясины, просуществовавшей на воздухѣ 12 лѣтъ. Въ первый разъ изломался захватывавшій рычагъ подъ грузомъ въ 1050 кило; во второй разъ при натяженіи въ 1300 кило, отломился конецъ желѣзной проволки, выходившій изъ цементнаго тѣла балясины

Нѣчто подобное произошло при производствѣ опытовъ на огнестойкость предметовъ, сдѣланныхъ по методѣ Монье, въ Берлинѣ въ 1886 году. Испытанный предметъ состоялъ изъ цементнаго кубика въ 20 С. М. въ боку, въ который впущена была желѣзная проволока, толщиною 8 mm. Въ раскаленномъ состояніи изъ кубика стремились вытянуть проволоку и кончили тѣмъ, что захватывавшій рычагъ сначала самъ раскалился, изогнулся и наконецъ, оборвался. При этомъ напряженіе проволоки достигло 1200 кило; а самый опытъ показалъ, что сила сцѣпленія между желѣзомъ и цементомъ не ослабѣваетъ даже при высокихъ температурахъ. Относительно неравномѣрности расширенія желѣза и цемента можно сказать лишь то, что ни испытанія на морозѣ, ни въ огнѣ, не обнаружили такихъ явленій, которые бы указывали на разрушеніе предметовъ, сдѣланныхъ по системѣ Монье. Даже отъ непосредственнаго дѣйствія жара цементное тѣло не разрушается расширяющеюся желѣзною пластинкою въ него задѣланною. По изслѣдованіямъ Бунисо (Bouniceau), сообщеннымъ въ „Annales des ponts et chaussées 1863", 1 Sem S 181, надъ расширеніемъ гранита, мрамора, песчаника, цементнаго раствора и др.; оказывается, что коеффиценты расширенія бетона изъ портландъ цемента, при 1* разницы температуръ есть цифра отъ 0,0000137 до 0,0000148. Для желѣзной проволоки тотъ же коеффиціентъ равенъ 0,0000145; изъ чего слѣдуетъ, что расширеніе цементнаго бетона и желѣза одинаковы. Между прочимъ, результаты изслѣдованій Бунисо подтверждались и Бреславльскими опытами, какъ это видно будетъ изъ нижеизложеннаго.

Преимущества желѣзно-цементной конструкціи заключаются въ слѣдующемъ:

1) *Долговѣчность*; объясняется она отличнымъ сопротивленіемъ вывѣтриванію, водо — и огнестойкостью. Такъ какъ цементъ съ теченіемъ времени не только ничего не теряетъ, а, напротивъ, увеличиваетъ способность сопротивленія; желѣзо-же заключенное въ цементную оболочку и ею предохраненное, не обнаруживаетъ свойственныхъ ему дурныхъ качествъ въ водѣ и въ огнѣ, то безъ всякаго преувеличенія можно назвать конструкцію Монье неизмѣняемою и, при заботливомъ исполненіи, монументальною.

2) *Огромная прочность при незначительномъ собственномъ вѣсѣ*, въ силу которой отношеніе мертваго груза постройки къ полезной нагрузкѣ въ системѣ Монье является самымъ выгоднымъ по сравненію съ такими же отношеніемъ въ массивныхъ каменныхъ постройкахъ. Независимо отъ этого, въ наше время констатировано, что въ пожарномъ отношеніи желѣзо, не предохраненое отъ непосредственнаго дѣйствія огня не можетъ считаться матеріаломъ огнестойкимъ и это качество сообщается желѣзу только заключеніемъ его въ цементную оболочку; причемъ желѣзно цементная комбинація оказывается несравненно болѣе прочною, чѣмъ обыкновенная бетонная, напримѣръ въ сводахъ, какъ то удостовѣрено протоколами Бреславльскихъ опытовъ надъ разрушеніемъ цементныхъ частей ударами. Наконецъ, система Монье безусловно выгодна въ крѣпостныхъ постройкахъ, а также въ мѣстностяхъ подверженныхъ землетрясеніямъ.

3) *Сбереженіе мѣста*, происходящіе отъ незначительной высоты покрытій Монье, отъ ограниченной толщины стѣнъ; вслѣдствіе чего уменьшаются всѣ размѣры строеній, и уменьшеніе это вліяетъ на ихъ стоимость въ смыслѣ сбереженія расходовъ.

4) *Сбереженіе на опорахъ и въ желѣзныхъ скрѣпахъ*. Это преимущество объясняется тѣмъ, что покрытія Монье даже сводчатыя не производятъ боковаго распора, ибо желѣзный каркасъ, заключенный въ цементный растворъ быстро обращается въ монолитъ и функціонируетъ какъ балка. Прямое послѣдствіе этого — уменьшеніе толщины опоръ сравнительно съ толщиною опоръ каменныхъ и даже бетонныхъ сводовъ.

5) *Быстрота выполненія работъ безъ ущерба ихъ прочности*. При обыкновенномъ воздушномъ растворѣ кладка твердѣетъ очень медленно вслѣдствіе медленности прониканія углекислоты воздуха въ массу раствора: раскружаливаніе сводовъ требуетъ большой осторожности, а несвоевременная штукатурка стѣнъ можетъ въ конецъ испортить зданіе. Къ этому надо прибавить, что при медленности работы, прерываемой еще зимнимъ періодомъ, затрачиваемый на постройку капиталъ остается долгое время безъ процентовъ; вотъ почему расчетливые строители болѣе охотно прибѣгаютъ къ цементу, не взирая на его большую стоимость по сравненію съ известью. Извѣстно, что чрезъ 4—5 дней растворъ изъ хорошаго портландъ цемента совсѣмъ не боится мороза и что цементная работа, исполненная въ холодное время, гораздо лучше и прочнѣе, чѣмъ исполненная лѣтомъ; объясняется это тѣмъ, что въ холодное время вода, потребная для правильнаго процесса твердѣнія цемента не испаряется столь быстро, какъ лѣтомъ. Вслѣдствіе же незначительной толщины отдѣльныхъ частей, исполняемыхъ по системѣ Монье,

твердѣніе цементнаго раствора и бетона совершается гораздо быстрѣе, чѣмъ при обыкновенныхъ бетонныхъ работахъ; а потому усложненіе дѣла желѣзнымъ каркасомъ полностью окупается возможностью быстро пустить сооруженіе въ эксплоатацію, т. е. извлекать изъ него выгоды.

6) *Дешевизна построекъ изъ цемента съ желѣзомъ.* Уже изъ соображенія всѣхъ выше перечисленныхъ преимуществъ ясна относительная дешевизна системы Монье; но особенно она оказывается при устройствѣ газометровъ и резервуаровъ большого размѣра, которые, будучи сооружаемы изъ камня, требуютъ на слабыхъ грунтахъ очень прочныхъ фундаментовъ. Поэтому во Франціи отдается полное предпочтеніе желѣзно-цементной конструкціи, а въ Германіи находятъ уже болѣе выгоднымъ исправлять поврежденные резервуары введеніемъ въ нихъ кожуховъ Монье, чѣмъ перекладывать стѣны. Г. Вайсс приводитъ сравнительные разсчеты стоимости въ Берлинѣ 1 пог. м. сводика изъ кирпича по желѣзнымъ балкамъ (при длинѣ = 1 м.) и покрытія по системѣ Монье, причемъ для перваго находитъ 40,91 марокъ, а для второго—36 марокъ, при пролетахъ въ 4,5 м. и при полезномъ грузѣ въ 200 кило на 1 кв. м. Здѣсь не приводится подробныхъ исчисленій г. Вайса на томъ основаніи, что они едва-ли приложимы къ нашимъ условіямъ производства цементныхъ работъ, а въ частности относятся только къ городу Берлину; притомъ-же у насъ и не бывало случаевъ примѣненія системы Монье къ какимъ-бы то не было сооруженіямъ.*) Поэтому кажется болѣе раціональнымъ, не базируясь на Берлинскихъ опытахъ, подождать основательныхъ опытовъ у себя дома и уже изъ нихъ вывести правильныя заключенія о *стоимости* конструкціи по системѣ Монье, зависящей отъ многихъ такихъ обстоятельствъ, которые въ Берлинѣ, быть можетъ, никогда не могутъ имѣть мѣста.

7) *Гигіеническія* преимущества половъ и потолковъ по системѣ Монье не подлежатъ никакому сомнѣнію, такъ уже дознано, что деревянные полы и потолки обыкновенной конструкціи представляютъ собою прекрасную почву для развитія домоваго грибка и разныхъ болѣзнетворныхъ организмовъ, которые, вслѣдствіе проникаемости междуэтажныхъ покрытій, способны разноситься по всѣмъ этажамъ. Обыкновенно самыми нездоровыми являются подвальные этажи, въ которые проникаютъ непосредственно почвенныя испаренія, — и верхнія этажи, заражаемые испареніями нижнихъ жильцовъ. Въ настоящее время при необыкновенной быстротѣ производства работъ, нѣтъ возможности дать смазкѣ хорошо просохнуть; — да если бы это и было возможно, то деревянныя части по ихъ гигроскопичности всегда будутъ всасыватъ въ себя влагу и испарять ее. Если въ этому прибавить постоянныя колебанія балокъ подъ дѣйствіемъ нагрузки, то станетъ совершенно понятно, что избѣжать образованія щелей въ лолахъ и потолкахъ практически невозможно. И такимъ образомъ отъ совокупнаго дѣйствія указанныхъ явленій являются болѣзни, причиняемыя вредными микроорганизмами, гнѣздящимися и развивающимися въ щелистыхъ полахъ и потолкахъ. Если уже въ богатыхъ жилищахъ, содержимыхъ въ порядкѣ и опрятности, нельзя быть гарантированнымъ отъ развитія заразныхъ началъ, то чтоже можно сказать о *казармахъ, госпиталяхъ, школахъ* и т. под.?

Поэтому необходимо признать, что съ гигіенической точки зрѣнія полы и потолки бетонные, а тѣмъ болѣе по системѣ Монье, не имѣютъ соперниковъ; съ нимъ не могутъ сравниться даже покрытія въ видѣ кирпичныхъ сводовъ, вслѣдствіе пористости кирпича, гипсовой и известковой штукатурки; и даже покрытія волнообразнымъ желѣзомъ, дающіе неизбѣжныя щели, а потому—проницаемыя; тогда какъ покрытія Монье непроницаемы ни для воздуха ни для воды.

Къ недостаткамъ цемента обыкновенно причисляютъ тѣ его свойства, которыя не удовлетворяютъ художественнымъ требованіямъ отъ постройки. Всѣмъ извѣстенъ некрасивый сѣрый цвѣтъ цементной штукатурки, столь нелюбезный глазу архитектора; для инженернаго дѣла недостатокъ этотъ не имѣетъ существеннаго значенія тѣмъ болѣе, что его и художники много преувеличиваютъ. Поэтому здѣсь объ эстетической сторонѣ цементныхъ произведеній не будетъ рѣчи. Достаточно упомянуть, что некрасивый цементный цвѣтъ легко сдѣлать красивымъ посредствомъ окраски и раскрашиванія въ узоръ, какъ то дѣлается на цементныхъ половыхъ и тротуарныхъ таметкахъ. Потолки, кромѣ раскраски, легко могутъ быть украшены лѣпными работами, гипсовыми орнаментами, которые можно несравненно лучше и прочнѣе прикрѣплять къ желѣзному скелету покрытія, чѣмъ къ досчатой подшивкѣ.

*) Эта система примѣнена къ постройкѣ Московскихъ боенъ.

Изъ нижеслѣдующаго будетъ видно, что система Монье, кромѣ многочисленныхъ примѣненій на поверхности земли, съ особою выгодою можетъ быть примѣнена и подъ землею, напримѣръ для устройства большаго діаметра трубъ, коллекторовъ, которые, не смотря на самую незначительную толщину стѣнокъ, не только не уступаютъ въ прочности, но и превосходятъ въ непроницаемости и долговѣчности трубы цементныя, гончарныя глазурованныя, чугунныя и даже кирпичныя (т. е. сложенныя изъ кирпича на цементномъ растворѣ). Вмѣстѣ съ этимъ не трудно въ короткое время и на большія разстоянія устраивать канавы не изъ отдѣльныхъ частей, соединяемыхъ между собою, а *Монолитные*, болѣе гарантированные отъ порчи (напримѣръ въ случаѣ подмыва) вслѣдствіе ихъ необычайной гибкости, болѣе надежные въ смыслѣ постоянной непроницаемости для воды и зловредныхъ газовъ. Поэтому ясно, что канализація по системѣ Монье прекрасно предохраняетъ грунтъ отъ зараженія, а по той-же системѣ устроенный водопроводъ не загрязняетъ чистую воду нечистотами изъ окружающаго грунта.

Результаты испытаній системы Монье относительно прочности, огнестойкости, сопротивленія ударамъ и взаимнаго отношенія цемента и желѣза.

Испытанія эти произведены были въ Германіи и въ Австріи съ цѣлью устраненіи тѣхъ сомнѣній и опасеній, о которыхъ говорено было выше. Въ февралѣ 1886 года предпринятъ былъ рядъ опытовъ на нагрузку въ Берлинѣ, въ присутствіи офиціальныхъ техниковъ; въ августѣ того-же года сдѣланы испытанія системы Монье на огнестойкость также въ Берлинѣ; далѣе разныя опыты въ Бреславлѣ, сравнительные опыты надъ покрытіями Монье и при помощи волнообразнаго желѣза въ Кельнѣ, въ ноябрѣ 1886 года; наконецъ, пробы нагрузки водопроводныхъ трубъ въ Вѣнѣ.

Здѣсь мы помѣщаемъ результаты опытовъ въ Бреславлѣ.

Испытаніе огнестойкости.

Труба Монье, длиною 2 m., діаметромъ 0,70 m., съ толщиною стѣнокъ въ 3 c. m., была поставлена вертикально въ видѣ печи и, болѣе чѣмъ на половину высоты, наполнена дровами, коксомъ и углемъ. Поверхъ печи на тавровыхъ балочкахъ уложены были двѣ плитки Монье, толщиною 5 c. m., непосредственно подверженныя дѣйствію жара.

Для приблизительнаго опредѣленія температуры жара подъ плитками помѣщены были разные сплавы.

Олова (точка плавленія = 230° C.).
Свинца (» » » 330° C.).
Цинка (» » » 360° C.).

Въ самой-же печи, на выстотѣ 1 метра надъ рѣшеткой, укрѣплена была въ стѣнахъ латунная штанга, точка плавленія которой = 900° C.

Въ теченіи непрерывной двухъ — часовой топки всѣ три металла одинъ за другимъ расплавились. Желѣзныя части, служившія основой плитокъ, раскалялись до — красна, указывая температуру нижнихъ поверхностей до 700° C. по снятіи плитокъ, брошенный на нихъ свинецъ тотчасъ-же плавился, что указывало на среднюю температуру плитокъ по меньшей мѣрѣ въ 510° C. Плитка длиною 1 m. и шириною 0,65 m., послѣ снятія съ опоръ въ раскаленномъ видѣ давшая нѣсколько трещинъ и прогибъ въ 4 m. m, была вновь уложена на 2 тавровыя балочки съ пролетомъ 0,80 m. и подвержена нагрузкѣ.

По положеніи груза въ 260 кило плитка охладилась, но въ ней никакихъ измѣненій замѣчено не было. При дальнѣйшей нагрузкѣ до 520 и до 625 кило послѣдовало увеличеніе прогиба на 2 и на 4 mm., такъ что весь прогибъ, съ ранѣе образовавшимся, достигъ 8 mm. По мѣрѣ охлажденія плитки, все еще нагруженной вѣсомъ въ 625 кило, прогибъ уменьшился постепенно до 7 mm. и къ началу разгрузки дошелъ до 6 mm.

Послѣ сказанныхъ испытаній плитка была обслѣдована, но никакихъ измѣненій, кромѣ вышеупомянутыхъ трещинъ, не обнаружилось.

Въ заключеніе опытовъ на плитку былъ брошенъ грузъ въ 20 кило съ высоты 1,70 m. Плитка дала значительный прогибъ и массу трещинъ, но не разрушилась.

Самая труба, служившая печью, подверглась температурѣ до 1000° С. (латунная штанга расплавилась) и послѣ двухчасовой топки претерпѣла самыя ничтожныя поврежденія. Такимъ образомъ, еще до начала топки приспособленная къ наружной поверхности трубы мѣрка длиною въ 1 m. дала удлиненіе 7,5 mm. Стѣнки трубы получили тонкія трещинки и большихъ поврежденій не послѣдовало, ни во время топки, ни послѣ охлажденія, такъ что безъ всякой опасности возможно было повторить опытъ. Необходимо замѣтить, что снаружи цементная оболочка трубы нисколько не откалывалась, но внутри она сплавилась, что указываетъ на развитіе температуры, значительно превышавшей 1000° С.

Сцѣпленіе желѣза съ цементомъ.

При испытаніяхъ на огнестойкость выяснилось также, что, не смотря на обыкновенный жаръ, которому подвергались плитки, никогда не наблюдалось разъединенія цементной оболочки и желѣзнаго вплетенія. Это обстоятельство главнымъ образомъ и укрѣпляетъ то предположеніе, которое легло въ основу системы Монье, т. е. что сцѣпленіе между цементомъ и желѣзнымъ вплетеніемъ въ высшей степени интенсивно.

Чтобы сдѣлать еще болѣе убѣдительнымъ сказанное положеніе, предпринятъ былъ опытъ: изъ цементной балясины вытащить стержень (желѣзный) толщиною въ 7 mm.

Испытуемая балясина лѣтъ окола 12 находилась на воздухѣ, подъ вліяніемъ всевозможныхъ атмосферныхъ перемѣмъ. Чтобы вытащить изъ балясины свободно заложенный въ нее стержень примѣнили рычагъ съ отношеніемъ длины плечъ = 1 : 5, и нагрузили его вѣсомъ въ 1350 кило.

Отъ дальнѣйшей нагрузки рычагъ изогнулся, стержень удалось освободить только послѣ полнаго раздробленія цементной оболочки; при этомъ поверхность стержня, которая была закрыта цементомъ, не показала и слѣдовъ ржавчины, или уменьшенія поперечнаго сѣченія.

Чтобы убѣдиться другимъ путемъ, что желѣзо въ цементной оболочкѣ не подвергается окисленію, небольшія плитки Монье клали въ воду на 4 мѣсяца и затѣмъ разрушали. И при этомъ на желѣзномъ вплетеніи нигдѣ не было замѣчено признаковъ ржавчины.

Разрушеніе ударами.

Грузъ въ 20 кило былъ брошенъ съ высоты 1,70 m. на плитку Монье, свободно положенную на двѣ опоры, съ пролетомъ въ 0,80 m. Толщина плитки — 5 сантим. При первыхъ двухъ ударахъ грузъ отскакивалъ вверхъ отъ плитки и замѣчены были только небольшія углубленія, произведенныя острыми кромками падавшаго груза. Послѣ третьяго удара на нижней поверхности плитки образовалась раковиновидная трещина около 15 с. m. въ квадратѣ, тогда какъ на верху ничего подобнаго еще не замѣчено. Лишь послѣ четвертаго удара, попавшаго въ предыдущее мѣсто, раковина, толщиною до 2 с. m., откололась, а сверху образовалось отверстіе шириною 3 и длиною 7 с. m. Всѣ остальныя части плитки, равно какъ и внутри отверстія находившееся желѣзное вплетеніе, оказались совершенно цѣлыми. Оболочка испытанной плитки сдѣлана была изъ раствора цемента съ пескомъ въ пропорціи 1 : 3; если-бы имѣлось въ виду дать плиткѣ большую силу сопротивленія ударамъ, то слѣдовало увеличить въ растворѣ содержаніе цемента.

Таковы результаты испытаній въ Бреславлѣ. Они оффиціально констатированы протоколомъ, подъ которымъ подписалось 20 лицъ, по преимуществу архитекторовъ (въ числѣ ихъ одинъ брандмейстеръ — Herzog).

Этого, разумѣется, достаточно, чтобы съ довѣріемъ отнестись къ опытамъ надъ системою Монье и, взявъ за исходный пунктъ полученные результаты, предпринять рядъ испытаній у себя дома, надъ комбинаціей желѣза съ собственными цементами и, въ частности для Кавказа, съ цементомъ Новороссійскимъ, который, если производителей не избалуетъ судьба, обѣщаетъ качествомъ превозойти многіе иностранные цементы.

„Зап. Кавк. Отд. Т. О."

Типографія А. Тагова, Мѣщанская, д. № 20. Редакторъ-Издатель Э. П. ДЕКЛЕРОНЪ.

„Зодчій" и „Недѣля Строителя"

1888 г.

Оглавленіе.

„Зодчій".

А. Текстъ.

Б. Чертежи.

Приложенія.

„Недѣля Строителя".

I. Строительное дѣло вообще.

Законодательство, правительственныя распоряженія.

Городское благоустройство.

Учебное дѣло.

Выставки.

Строительные матеріалы и работы

Строительная техника.

Біографіи, некрологи, юбилеи.

Разныя извѣстія.

II. Архитектура.

Исторія искусствъ и археологія.

Новыя постройки и проекты.

Отопленіе и втениляція.

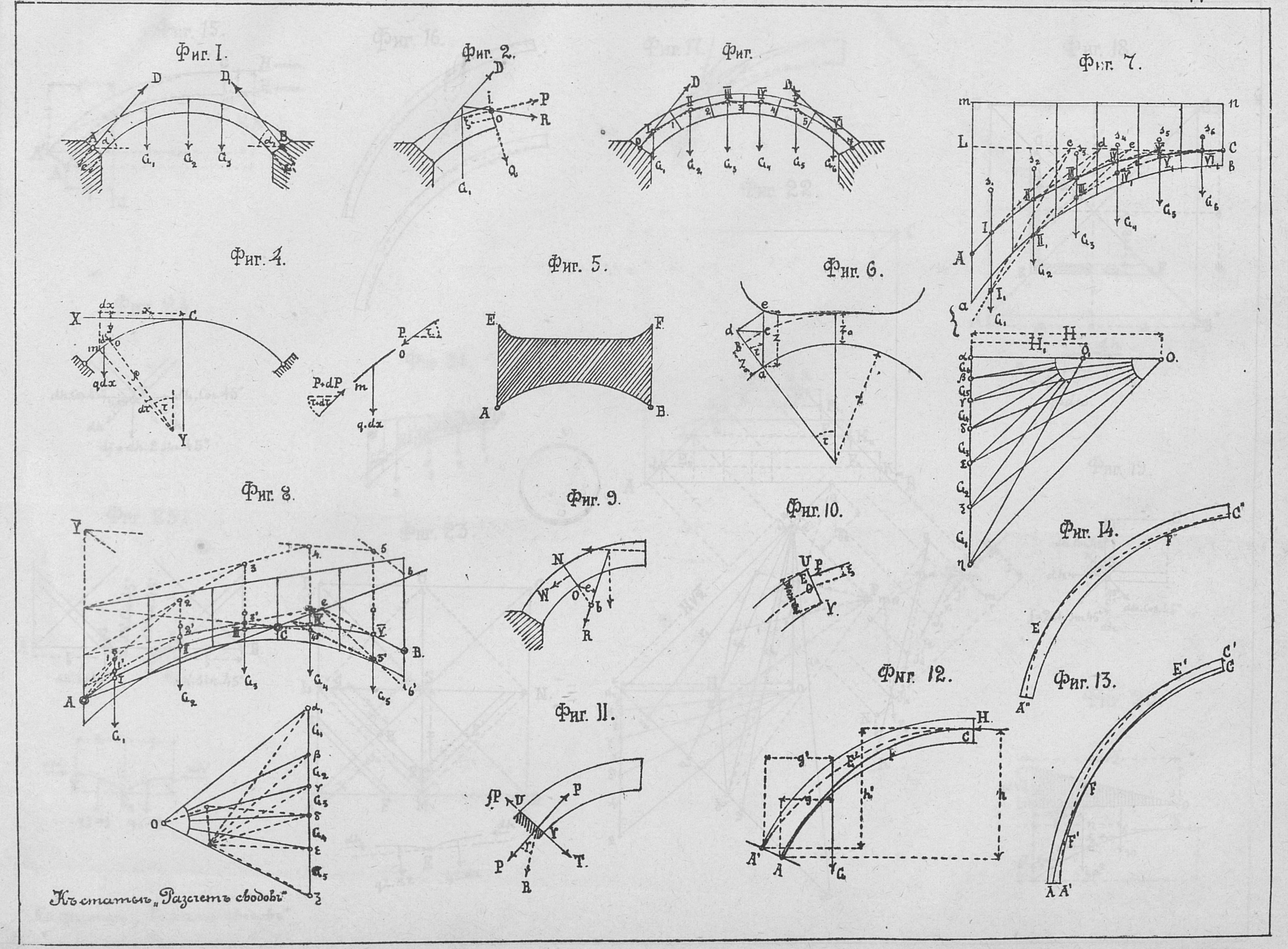
III. Инженерное искусство и механика.

IV. Техническая литература.

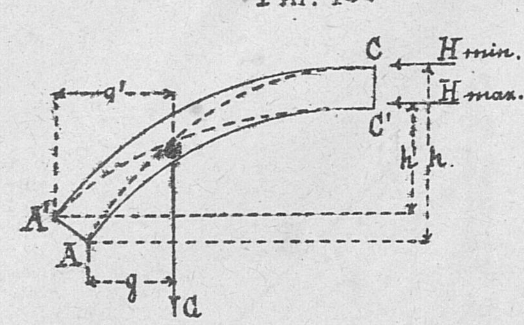
V. Художественныя и техническія Общества; съѣзды; публичныя чтенія.

VI. Конкурсы.

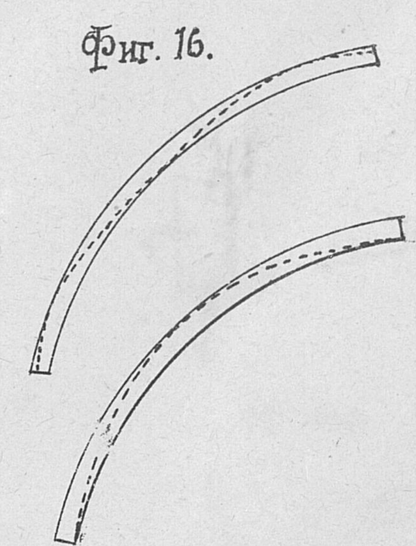
Типографія и Фототипія В. И. Штейнъ. Почтамтская 13.
Редакторъ-Издатель Э. П. ДЕКЛЕРОНЪ.


Фиг. 1.
Фиг. 2.
Фиг.
Фиг. 7.
Фиг. 4.
Фиг. 5.
Фиг. 6.
Фиг. 8.
Фиг. 9.
Фиг. 10.
Фиг. 14.
Фиг. 11.
Фиг. 12.
Фиг. 13.
Къ статьѣ „Разсчетъ сводовъ"

Фиг. 15.

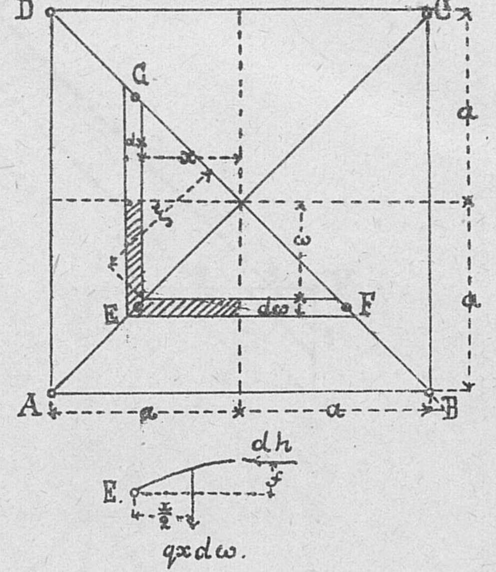


Фиг. 16.

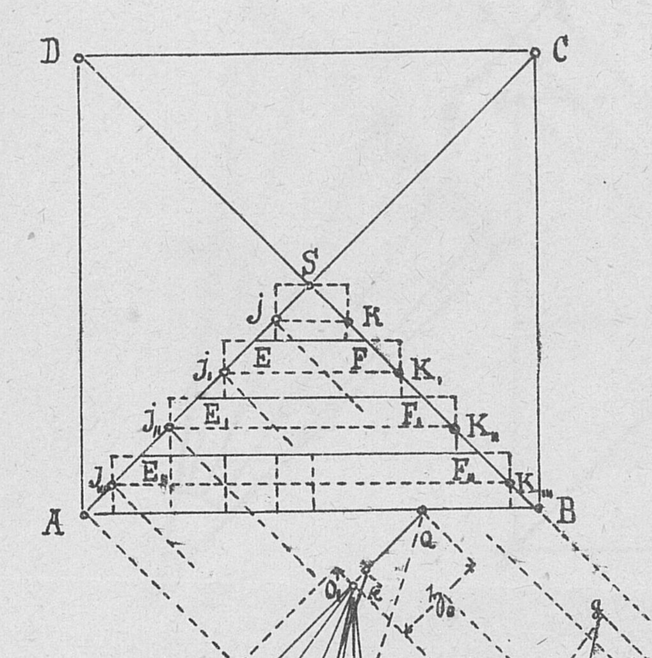


Фиг. 17.

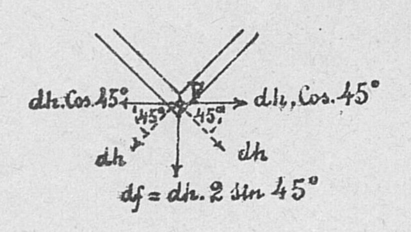
Фиг. 18.



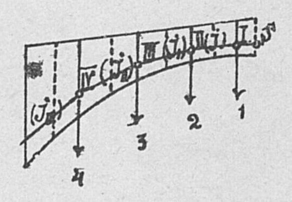
Фиг. 22.



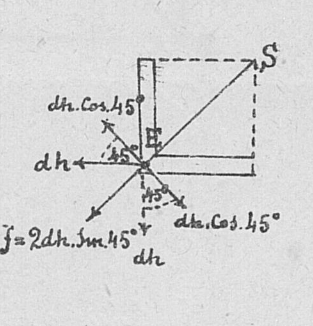
Фиг. 24.



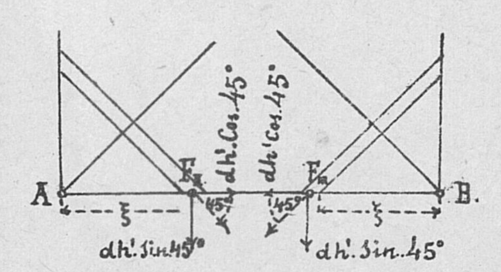
Фиг. 21.

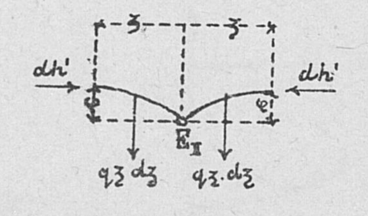


Фиг. 19.



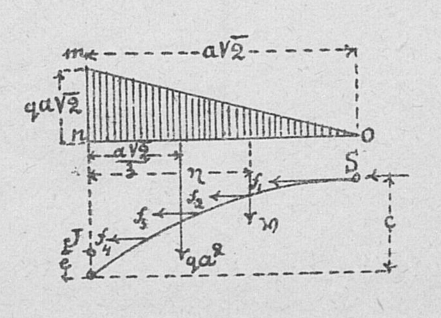
Фиг. 25.





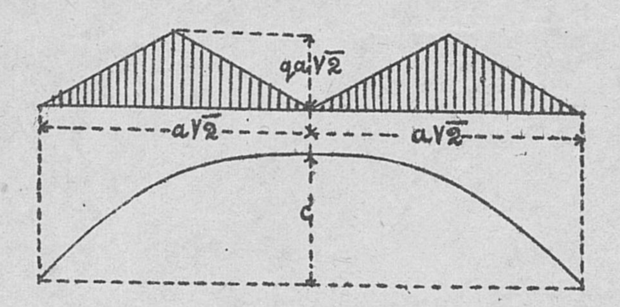
Фиг. 23.

Фиг. 20.

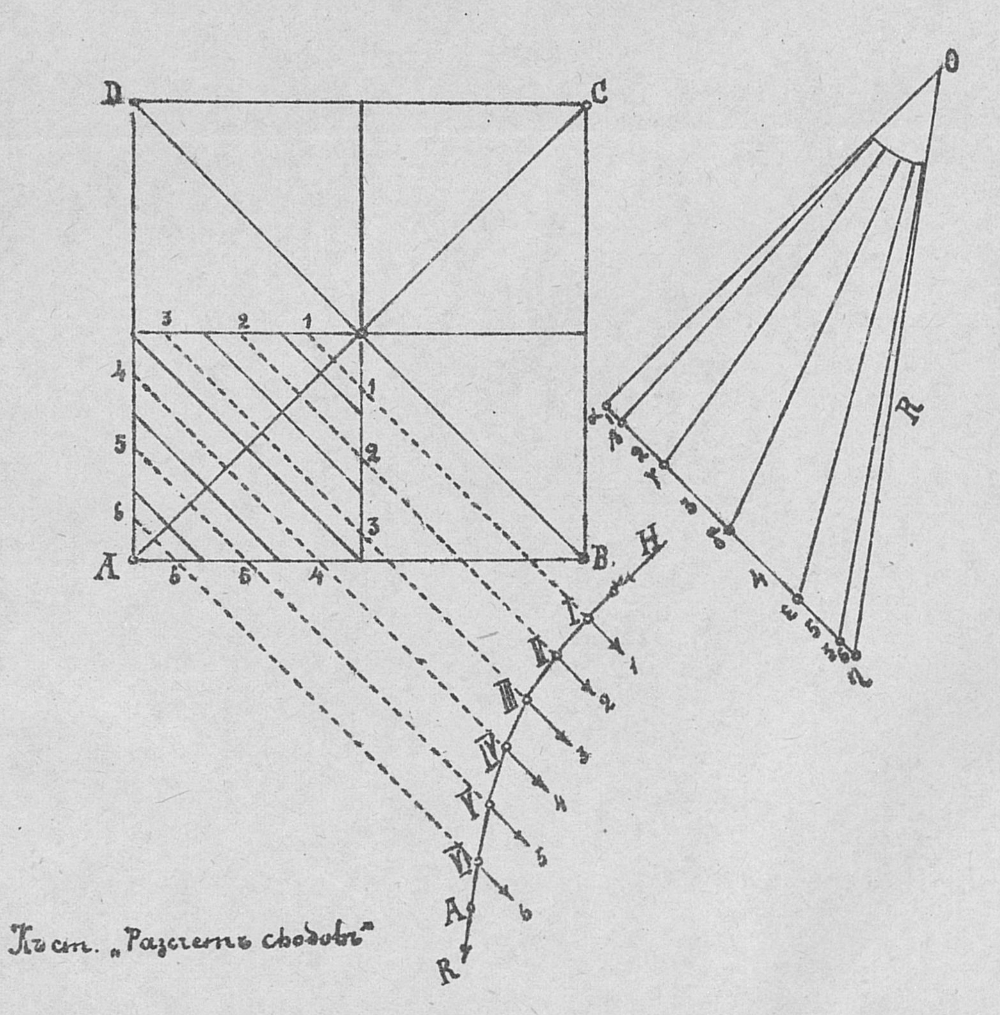


Къ статьѣ „Разсчетъ сводовъ"

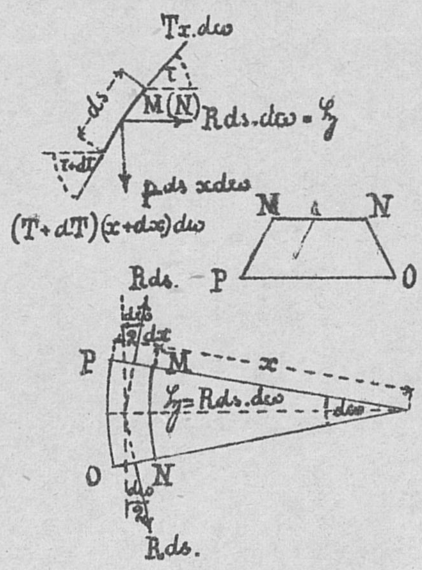
Фиг. 26.



Фиг. 27.

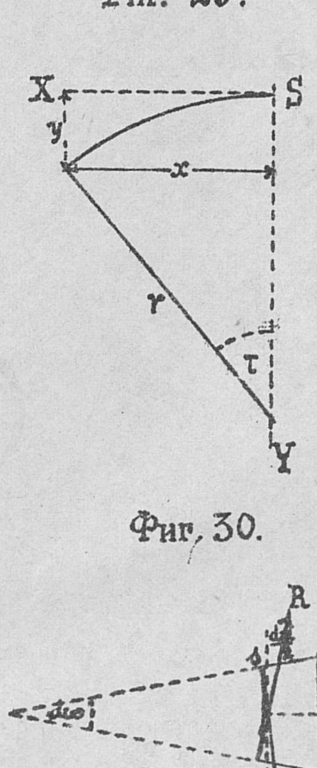


Фиг. 28.



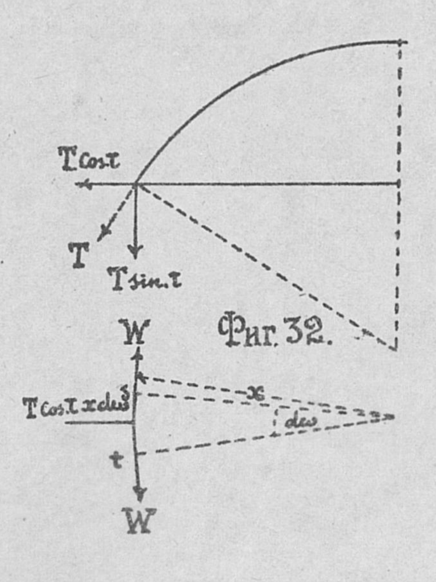
Фиг. 29.

Фиг. 30.

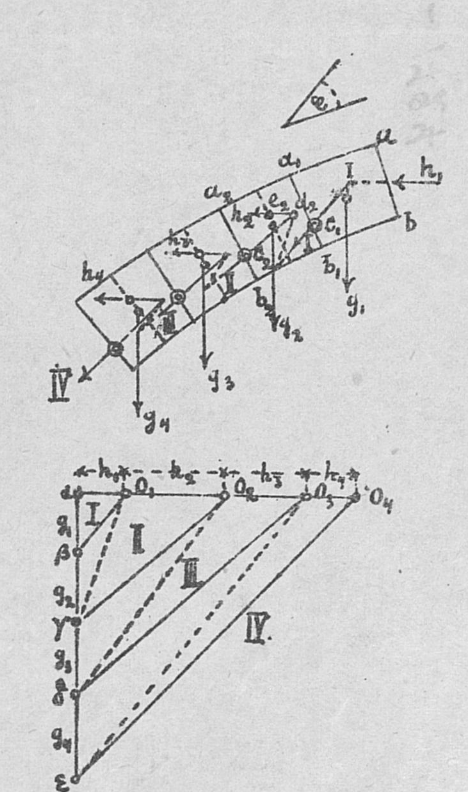


Фиг. 31.

Фиг. 32.

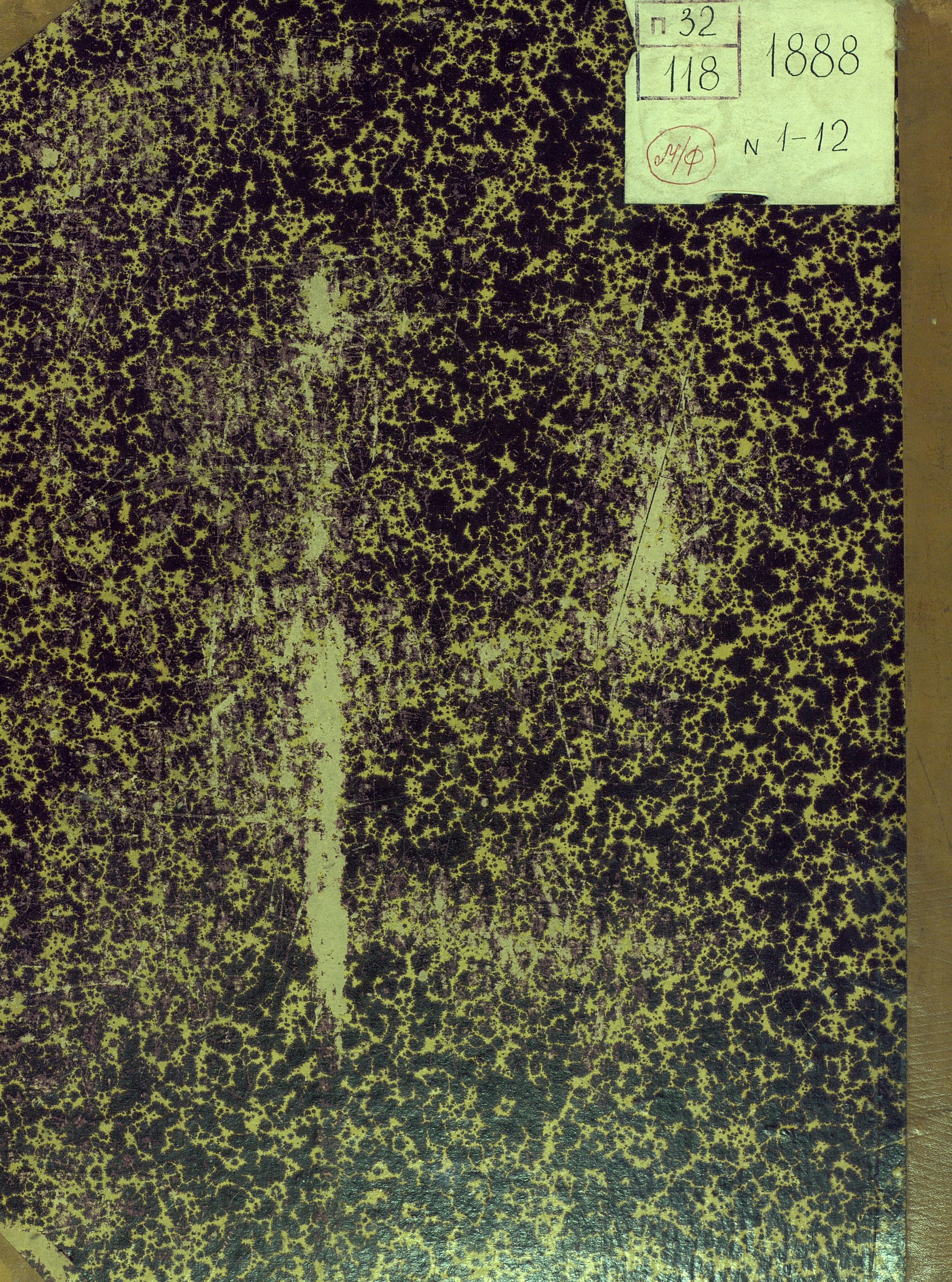


Фиг. 33.



Къ ст. „Разсчетъ сводовъ“

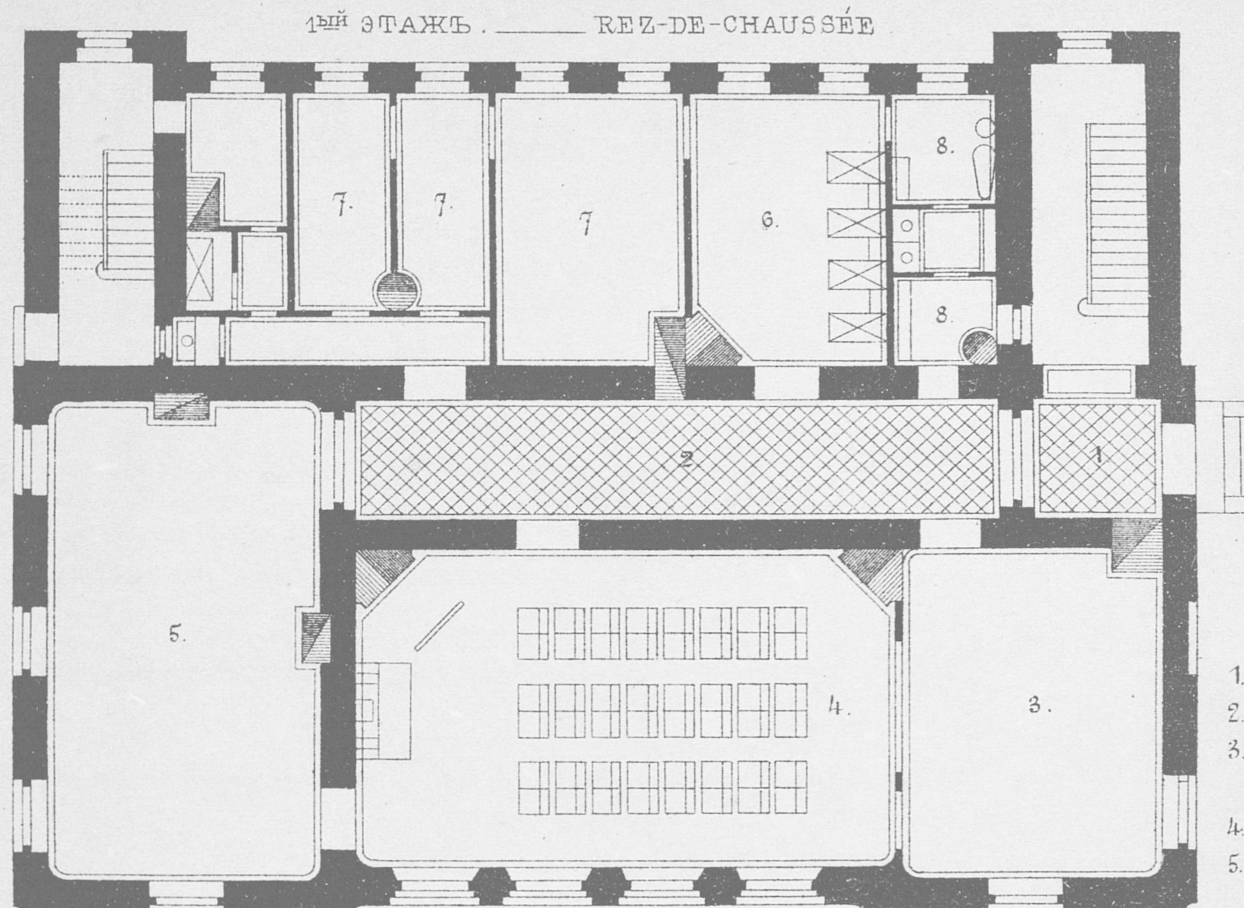
Печатать разрѣш. 5 Апрѣля 1889 г. Спб., Град. Ген.-Лейт Грессеръ. Типографія и Фототипія В. И. Штейнъ. Почтамтская, д. № 13.


п 32
118
1888
М/Ф
N 1-12

ДОМЪ ДЛЯ ДВУХЪ ГОРОДСКИХЪ НАЧАЛЬНЫХЪ УЧИЛИЩЪ ВЪ С.ПЕТЕРБУРГѢ.

MAISON POUR 2 ÉCOLES ÉLEMENTAIRES DE LA VILLE À S. PETERSBOURG.

1ый ЭТАЖЪ. — REZ-DE-CHAUSSÉE



Объясненіе:
1. Сѣни.
2. Корридоръ.
3. Комната для ручнаго труда.
4. Классъ.
5. Рекреаціонная комната.
6. Комната для помѣщенія бѣдныхъ дѣтей изъ числа учащихся.
7. Квартира учительницы.
8. Ванна, ватерклозетъ и умывальники.

Legende:
1. Entrées
2. Corridors
3. Chambres pour travaux manuels.
4. Classes.
5. Salles de recréation.
6. Internal pour élèves indigents.
7. Logements des institutrices
8. Bains, Water-closets et Lavabos

2ой ЭТАЖЪ. — BEL-ÉTAGE.

7 7 7 6 8 8 8 2. 1 5. 4. 3.

0 1 2 3 4 5 6 саж.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 Métres

Архит. Графъ П.Ю. Сюзоръ. Conte de P.J. Suzor archte.

Автолит. Ф. Кремеръ, СПБ.